

Landschaftspflegekonzept Bayern



Band II.4 Lebensraumtyp Sandrasen



Bayerisches
Staatsministerium
für Landesentwicklung
und Umweltfragen



Landschaftspflegekonzept Bayern

Band II.4 Lebensraumtyp Sandrasen

Herausgeber:
Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
in Zusammenarbeit mit der
Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege
D - 83410 Laufen/Salzach, Postfach (83406)1261
Telefon (08682/7097 - 7098, Telefax (08682/9497 und 1560

1995

Titelbild: NSG "Astheimer Dürringswasen" am Main südwestlich von Volkach, Lkr. Kitzingen, Reg. Bez. Unterfranken.
Der kleine Sandmagerrasen besteht aus fluviatilen und äolischen, sauren Quarzsanden. Die starke Erhitzung der offenen Flächen in Verbindung mit dem kontinental getönten Klima schafft einen äußerst trockenen Lebensraum, der von einer an einjährigen Pionierpflanzen reichen Sandsteppengesellschaft mit zahlreichen kontinentalen Arten besiedelt wird, der Gmelins Steinkraut - Silberscharten - Gesellschaft (*Alyssum gmelinii*-*Jurinea cyanoides* - Gesellschaft).
Für die Erhaltung der bayerischen Sandrasen ist diese Fläche von herausragender Bedeutung

(Foto: Dr. Herbert Preiß, ANL)

Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.4 Lebensraumtyp Sandrasen

ISBN 3-931175-04-9

Zitervorschlag: Quinger, B. und Meyer, N. (1995):
Lebensraumtyp Sandrasen.- Landschaftspflegekonzept Bayern,
Band II.4 (Alpeninstitut GmbH, Bremen; Projektleiter A. Ringler);
Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
(StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege
(ANL), 253 Seiten; München

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Auftraggeber: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München, Tel. 089/9214-0

Auftragnehmer: Alpeninstitut GmbH
Friedrich-Mißler-Straße 42, 28211 Bremen, Tel. 0421/20326

Projektleitung: Alfred Ringler

Bearbeitung: Burkhard Quinger
Norbert Meyer (Kap. 1.4.3.6, 1.6, 1.8.1, 1.9, 1.11, 2.1.1.1, 2.2.1.3.3, 2.2.1.3.6, 2.2.1.3.8, 3.0, 4.3, 5.1)

Mitarbeit: Markus Bräu (Überarbeitung Kap. 1.5.2.3, 2.2.2)
Monika Kornprobst (Kap. 5.2.3)
Christian Niederbichler (Kap. 1.5.2.1, 1.5.2.2)
Alfred Ringler (Kap. 4.3.2)

Redaktion: Susanne Arnold, Detlef Roßmann, Christine Schmidt

Schriftleitung und Redaktion bei der Herausgabe: Michael Grauvogl (StMLU)
Dr. Notker Mallach (ANL)
Marianne Zimmermann (ANL)

Hinweis: Die im Landschaftspflegekonzept Bayern (LPK) vertretenen Anschauungen und Bewertungen sind Meinungen des oder der Verfasser(s) und werden nicht notwendigerweise aufgrund ihrer Darstellung im Rahmen des LPK vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen geteilt.

Die Herstellung von Vervielfältigungen - auch auszugsweise - aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: ANL

Druck und Bindung: Fa. Grauer, Laufen

Druck auf Recyclingpapier (aus 100% Altpapier)

Vorwort

Mit dem Landschaftspflegekonzept Bayern wird erstmalig eine umfassende Zusammenschau wesentlicher aktueller Erkenntnisse zur Pflege und Entwicklung ökologisch wertvoller Lebensräume vorgelegt.

Das Landschaftspflegekonzept

- sammelt und bewertet Erfahrungen mit der Pflege naturnaher Lebensräume,
- gibt Empfehlungen für extensive Bewirtschaftung und
- formuliert Leitbilder für eine naturschutzfachlich begründete und von der Gesellschaft mitgetragene Landschaftsentwicklung.

Damit ist das Landschaftspflegekonzept eine Grundlage für Maßnahmen zur Umsetzung des Arten- und Biotopschutzprogramms und trägt zugleich dem Auftrag des Bayerischen Landtags im Beschluß vom 5. April 1984, Nr. 10/3504, Rechnung.

Die Fachaussagen des Landschaftspflegekonzeptes wurden von externen Fachleuten erarbeitet, die von Mitarbeitern der Naturschutzverwaltung unterstützt wurden. Ihnen gebührt für ihr Engagement bei der Ausarbeitung des umfangreichen, bisher in dieser Form einmaligen Werks besonderer Dank.

Die Umsetzung des Landschaftspflegekonzepts muß die aktuelle Situation vor Ort berücksichtigen. Die hier gewonnenen Erfahrungen werden in Ergänzungen und Aktualisierungen des Landschaftspflegekonzepts einfließen müssen. Schon deshalb soll und kann das Werk weder gegenüber Behörden noch Dritten Verbindlichkeit entfalten. Zudem ersetzt die Einhaltung der im Landschaftspflegekonzept gemachten Vorschläge weder ein für Landschaftspflegemaßnahmen erforderliches Verwaltungsverfahren noch die Zustimmung von Grundstückseigentümern und Nutzungsberechtigten. Die Umsetzung der fachlichen Aussagen bedarf zudem im konkreten Einzelfall stets der sachgerechten Abwägung gegenüber bestehenden Rechten und Nutzungen.

Das Landschaftspflegekonzept Bayern ist in erster Linie als fachliche Handreichung und Entscheidungshilfe für die Arbeit der Naturschutzbehörden in Umsetzung des Bayerischen Naturschutzgesetzes gedacht. Daneben kann es auch anderen Behörden, Kommunen, Verbänden und Fachleuten als Arbeitsgrundlage dienen, die die Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege unterstützen. Es soll darüber hinaus zu einem engeren fachlichen Zusammenwirken aller in Natur und Landschaft tätigen Kräfte beitragen und damit die Chance verbessern, die vorhandenen ökologisch wertvollen Lebensräume für die Zukunft zu sichern und in verarmten Landschaften neue Lebensräume zu schaffen.

München/Laufen im Juli 1995

Bayerisches Staatsministerium
für Landesentwicklung und
Umweltfragen

Bayerische Akademie
für Naturschutz und
Landschaftspflege

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| | Einführung | 15 |
| 1 | Grundinformationen | 17 |
| 1.1 | Charakterisierung | 17 |
| 1.1.1 | Allgemeine Erscheinung, Komplexaufbau, Struktur- und Nutzungsmerkmale | 17 |
| 1.1.1.1 | Geländebindung und Struktur von Sandrasen-Ökosystemen | 17 |
| 1.1.1.2 | Strukturbestandteile der naturnahen Sandfluren | 18 |
| 1.1.1.3 | Strukturbestandteile ruderalisierter, früher ackerbaulich genutzter Sandfluren | 19 |
| 1.1.1.4 | Nutzungsmerkmale | 19 |
| 1.1.2 | Syntaxonomischer Überblick | 19 |
| 1.1.3 | Abgrenzung zu anderen Lebensraumtypen | 19 |
| 1.2 | Wirkungsbereich | 20 |
| 1.3 | Standortverhältnisse | 21 |
| 1.3.1 | Wasserhaushalt | 21 |
| 1.3.2 | Strahlungs- und Temperaturhaushalt, Bestandesklima | 22 |
| 1.3.3 | Nährstoffversorgung | 22 |
| 1.3.4 | Geologische und geomorphologische Grundlagen | 22 |
| 1.3.4.1 | Geologie | 22 |
| 1.3.4.2 | Substratdifferenzierung der Sandfluren | 24 |
| 1.3.5 | Standortfaktor Wind | 24 |
| 1.4 | Pflanzenwelt | 24 |
| 1.4.1 | Pflanzenökologische Grundlagen | 24 |
| 1.4.1.1 | Anpassungen an die Strahlungsmenge | 24 |
| 1.4.1.2 | Anpassungen an die Trockenheit | 25 |
| 1.4.1.3 | Anpassungen an Sandkornflug und Überdeckung | 26 |
| 1.4.1.4 | Artenspektrum im Wandel der Standortbedingungen | 26 |
| 1.4.1.5 | Die potentielle natürliche Vegetation der Sandfluren | 26 |
| 1.4.1.5.1 | Zur natürlichen Bewaldung der Sandfluren | 26 |
| 1.4.1.5.2 | Sandrasen als Bestandteil der potentiellen natürlichen Vegetation | 27 |
| 1.4.2 | Ökologie und Bestandesdynamik einiger ausgewählter, vom Aussterben bedrohter oder stark gefährdeter Sandrasen- und Sandflur-Arten | 27 |
| 1.4.3 | Die Pflanzengemeinschaften der Sandrasen-Ökosysteme | 35 |
| 1.4.3.1 | Die Frühlingsspark-Silbergrasflur (SPERGULO MORISONII- CORYNEPHORETUM CANESCENTIS) | 35 |
| 1.4.3.2 | Gmelins Steinkraut - Silberscharten-Gesellschaft (ALYSSUM GMELINII-JURINEA CYANOIDES-Gesellschaft) | 37 |
| 1.4.3.3 | Sandgrasnelken - Schwingelgrasrasen (ARMERIO ELONGATAE - FESTUCETUM TRACHYPHYLLAE) | 37 |
| 1.4.3.4 | Kleinschmielenrasen und krautige Therophyten-Fluren (THERO-AIRION) | 39 |
| 1.4.3.4.1 | Nelkenhaferflur (AIRO CARYOPHYLLEAE-FESTUCETUM OVINAE) | 40 |
| 1.4.3.4.2 | Gesellschaft des Frühen Schmielenhafers (AIRETUM PRAECOCIS) | 40 |
| 1.4.3.4.3 | Federschwingelrasen (<i>Vulpia myuros</i> -, <i>Vulpia bromoides</i> -Rasen) | 40 |
| 1.4.3.5 | Vegetation der Sandackerbrachen | 40 |
| 1.4.3.6 | Thermophile Ruderalgesellschaften der Tieflagen auf Sand | 40 |
| 1.4.3.6.1 | Einjährige ruderale Pionierfluren mit Wärme- und Trockenheitstoleranz | 42 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1.4.3.6.2 | Wärmebedürftige, trockenresistente Distel-Gesellschaften (ONOPORDION ACANTHII) | 42 |
| 1.4.3.6.3 | Wärmeliebende Möhren-Steinklee-Gesellschaften (DAUCO-MELILOTON) | 42 |
| 1.4.3.7 | Kiefernwälder, Kiefern-Eichenwälder, Ginster- und Geißklee-Gebüsche als Kontaktvegetation der Sandrasen | 42 |
| 1.4.3.7.1 | Wintergrün-Kiefernwald (PYROLO-PINETUM, PEUCEDANO-PINETUM) | 42 |
| 1.4.3.7.2 | Gabelzahnmoos- und Weißmoos-Kiefernwälder | 43 |
| 1.4.3.7.3 | Ginster- und Geißklee-Gebüsche | 44 |
| 1.5 | Tierwelt | 44 |
| 1.5.1 | Tierökologische Grundlagen | 44 |
| 1.5.1.1 | Substrat- und Relief-Präferenzen der Sandfauna | 45 |
| 1.5.1.2 | Vegetationspräferenzen der Sandfauna | 45 |
| 1.5.1.3 | Bindung ans Meso- und Mikroklima | 47 |
| 1.5.1.4 | Bindung an Pflanzen als Nahrungsressource | 47 |
| 1.5.2 | Typische Arten in Sandrasen-Ökosystemen | 48 |
| 1.5.2.1 | Vögel | 48 |
| 1.5.2.2 | Reptilien und Amphibien | 53 |
| 1.5.2.3 | Insekten und Spinnen | 55 |
| 1.5.2.3.1 | Tagfalter | 55 |
| 1.5.2.3.2 | Heuschrecken | 56 |
| 1.5.2.3.3 | Wildbienen | 59 |
| 1.5.2.3.4 | Wanzen | 60 |
| 1.5.2.3.5 | Spinnen | 64 |
| 1.6 | Traditionelle Bewirtschaftung | 69 |
| 1.6.1 | Zur historischen Entwicklung und zur Förderung der Sandrasen durch die vor-neuzeitliche Landnutzung | 69 |
| 1.6.2 | Traditionelle Nutzungsformen | 70 |
| 1.6.2.1 | Schafhaltung | 70 |
| 1.6.2.1.1 | Überblick über die historischen Schafhaltungsformen | 71 |
| 1.6.2.1.2 | Stationäre Hüteschafhaltung | 71 |
| 1.6.2.1.3 | Wanderschäferei | 72 |
| 1.6.2.1.4 | Bezirksschäferei | 72 |
| 1.6.2.2 | Beweidung durch weitere Haustiere | 72 |
| 1.6.2.3 | Wechselnutzung als Grünland und Ackerland | 73 |
| 1.6.2.4 | Streugewinnung | 73 |
| 1.6.2.5 | Weitere Bewirtschaftungsformen | 73 |
| 1.7 | Für die Existenz wesentliche Lebensbedingungen | 74 |
| 1.7.1 | Standortbedingungen | 74 |
| 1.7.2 | Nutzungseinflüsse | 74 |
| 1.7.3 | Sonstige Einflüsse | 76 |
| 1.8 | Verbreitung in Bayern | 77 |
| 1.8.1 | Übersicht nach Regierungsbezirken und Landkreisen | 77 |
| 1.8.1.1 | Oberbayern | 77 |
| 1.8.1.2 | Niederbayern | 78 |
| 1.8.1.3 | Oberpfalz | 78 |
| 1.8.1.4 | Oberfranken | 79 |
| 1.8.1.5 | Mittelfranken | 79 |
| 1.8.1.6 | Unterfranken | 80 |
| 1.8.1.7 | Schwaben | 80 |
| 1.8.2 | Regionale Differenzierung | 81 |
| 1.8.2.1 | Sande am Unteren Main im Raum Alzenau/Kahl, Niedernberg und Wertheim | 81 |
| 1.8.2.2 | Sande am Mittleren Main mit Schwerpunkt bei Volkach-Kitzingen | 81 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| 1.8.2.3 | Sandrasen im Rednitz-Regnitzbecken und im Mainmündungsgebiet um Bamberg | 82 |
| 1.8.2.4 | Sulztaler Sande südlich Neumarkt | 83 |
| 1.8.2.5 | Abensberger Dünengebiet | 84 |
| 1.8.2.6 | Dünenreste im Raum Schrobenhausen - Sandizell - Gröbern - Hohenwart | 84 |
| 1.8.2.7 | Weitere Gebiete mit Sandrasen-Relikten in Bayern | 84 |
| 1.9 | Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege | 85 |
| 1.9.1 | Naturhaushalt | 85 |
| 1.9.1.1 | Arterhaltung | 85 |
| 1.9.1.1.1 | Pflanzenwelt | 85 |
| 1.9.1.1.2 | Tierwelt | 87 |
| 1.9.1.2 | Lebensgemeinschaften | 90 |
| 1.9.1.2.1 | Pflanzengemeinschaften | 90 |
| 1.9.1.2.2 | Tiergemeinschaften/Gilden | 90 |
| 1.9.1.3 | Landschaftsökologische Funktionen | 91 |
| 1.9.2 | Landschaftsbild | 91 |
| 1.9.3 | Erd- und Heimatgeschichte | 91 |
| 1.10 | Bewertung einzelner Flächen | 92 |
| 1.10.1 | Vegetationsarme und vegetationsfreie Sandflächen | 93 |
| 1.10.2 | Sandrasenflächen i.e.S. | 93 |
| 1.10.3 | An offene Sandfluren angrenzende Wälder und Gebüsch | 94 |
| 1.10.4 | Hochwertige Komplex-Lebensräume | 94 |
| 1.10.5 | Geomorphologische Strukturen und stratigraphische Verhältnisse | 94 |
| 1.11 | Gefährdung, Rückgang, Zustand | 95 |
| 1.11.1 | Rückgang | 95 |
| 1.11.1.1 | Rückgangsursachen | 95 |
| 1.11.1.1.1 | Struktur- und Nutzungswandel in der Landwirtschaft | 95 |
| 1.11.1.1.2 | Aufforstungen | 96 |
| 1.11.1.1.3 | Überörtliche Planungen | 96 |
| 1.11.1.1.4 | Militärische Nutzung | 97 |
| 1.11.1.1.5 | Kombinierte Wirkungen | 97 |
| 1.11.1.2 | Übersicht zum Flächenrückgang | 97 |
| 1.11.1.2.1 | Skizzierung des Flächenrückgangs der unterschiedlichen Segment-Typen der Sandrasen und Sandfluren | 98 |
| 1.11.1.2.2 | Regionaler Flächenrückgang | 98 |
| 1.11.1.3 | Bestandsrückgang von Charakterarten der Sandrasen-Ökosysteme | 100 |
| 1.11.2 | Zustand | 100 |
| 1.11.2.1 | Größe und Vollständigkeit der Sandrasen-Ökosysteme | 100 |
| 1.11.2.2 | Brache | 101 |
| 1.11.2.3 | Eutrophierung | 101 |
| 1.11.2.4 | Intaktheit | 102 |
| 1.11.3 | Gefährdung | 102 |
| 1.11.3.1 | Gefährdung durch klassische Rückgangsursachen | 102 |
| 1.11.3.2 | Gefährdungen infolge der Rahmenbedingungen | 102 |
| 1.11.3.3 | Gefährdung durch bestehende Vorrangnutzung Sandabbau | 103 |
| 1.11.3.4 | Gefährdung durch Freizeitnutzung | 103 |
| 1.11.3.5 | Gefährdung durch Eutrophierung | 104 |
| 2 | Möglichkeiten für Pflege und Entwicklung | 105 |
| 2.1 | Pflege | 105 |
| 2.1.1 | Traditionelle, magerrasenprägende Nutzungsformen | 105 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| 2.1.1.1 | Beweidung | 105 |
| 2.1.1.1.1 | Auswirkungen der Beweidung | 106 |
| 2.1.1.1.1.1 | Allgemeine Auswirkungen auf Pflanzen- und Tierwelt | 106 |
| 2.1.1.1.1.2 | Verbißwirkung verschiedener Weidetiere | 108 |
| 2.1.1.1.1.3 | Trittwirkung verschiedener Weidetiere | 109 |
| 2.1.1.1.1.4 | Eutrophierungswirkungen durch verschiedene Beweidungsformen | 109 |
| 2.1.1.1.1.5 | Besatzleistung | 109 |
| 2.1.1.1.1.6 | Zeitpunkt des Auftriebs | 110 |
| 2.1.1.1.1.7 | Bedeutung der Hütteform bei Schafbeweidung | 111 |
| 2.1.1.1.2 | Pflegeeignung verschiedener Weideviehrassen | 111 |
| 2.1.1.2 | Gemischte Nutzungsformen | 112 |
| 2.1.2 | Weitere Pflegeformen | 112 |
| 2.1.2.1 | Mahd | 112 |
| 2.1.2.2 | Entbuschungen und Abholzungen | 113 |
| 2.1.2.3 | Abflämmen | 113 |
| 2.1.2.4 | Anlage von Pionierflächen | 114 |
| 2.1.2.5 | Beeinflussung der Windverhältnisse | 114 |
| 2.1.2.6 | Kontrollierte Brache | 116 |
| 2.1.3 | Bewertung der Pflegemaßnahmen | 116 |
| 2.2 | Ungelenkte Entwicklung / Brache | 120 |
| 2.2.1 | Verlauf der Sukzession / Auswirkungen auf Vegetation und Standort | 120 |
| 2.2.1.1 | Allgemeine Anmerkungen zur Dynamik von Sukzessionsvorgängen in brachgefallenen Sandrasen | 120 |
| 2.2.1.2 | Sukzessionsstadien in Sandrasen-Ökosystemen | 121 |
| 2.2.1.3 | Verhalten und Bedeutung von Problempflanzen bei Sukzessionsvorgängen in Sandrasen-Brachen | 123 |
| 2.2.1.3.1 | Waldkiefer (<i>Pinus sylvestris</i>) | 123 |
| 2.2.1.3.2 | Robinie (<i>Robinia pseudacacia</i>) | 124 |
| 2.2.1.3.3 | Späte Traubenkirsche (<i>Prunus serotina</i>) | 125 |
| 2.2.1.3.4 | Heidekraut (<i>Calluna vulgaris</i>) und <i>Vaccinium</i> -Arten (Heidel- und Preiselbeere) | 125 |
| 2.2.1.3.5 | Land-Reitgras(<i>Calamagrostis epigeios</i>) | 126 |
| 2.2.1.3.6 | Artengruppe der Brombeere (<i>Rubus fruticosus</i> agg.) | 128 |
| 2.2.1.3.7 | Kanadische Goldrute (<i>Solidago canadensis</i>) | 128 |
| 2.2.1.3.8 | Verhalten und Bedeutung des Japanischen und des Sachalin-Staudenknöterichs (<i>Reynoutria japonica</i> u. <i>R. sachalinensis</i>) | 129 |
| 2.2.2 | Wirkung auf die Fauna | 129 |
| 2.2.3 | Bewertung | 130 |
| 2.3 | Nutzungsumwidmungen / Störeinflüsse | 131 |
| 2.3.1 | Aufforstung | 131 |
| 2.3.2 | Eutrophierung | 131 |
| 2.3.3 | Belastungen von Sandrasen durch Freizeitnutzung und Benutzerbetrieb (z.B. als militärisches Übungsgelände) | 133 |
| 2.3.3.1 | Trittfaktor | 134 |
| 2.3.3.1.1 | Trittbegünstigte Pflanzenarten in Sandrasen | 134 |
| 2.3.3.1.2 | Trittempfindliche Vegetation und Strukturtypen in Sandrasen | 135 |
| 2.3.3.2 | Beunruhigung | 135 |
| 2.4 | Pufferung und Erweiterung | 135 |
| 2.4.1 | Abpufferung | 135 |
| 2.4.1.1 | Windschutzstreifen | 135 |
| 2.4.1.2 | Abfanggräben | 136 |
| 2.4.2 | Erweiterung | 137 |
| 2.5 | Wiederherstellung und Neuanlage | 137 |
| 2.5.1 | Wege zur Wiederherstellung und Neuanlage | 138 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 2.5.1.1 | Potentielle Sandrasen-Standorte in Bayern | 138 |
| 2.5.1.2 | Wiederherstellung aus Wirtschaftsgrünland | 138 |
| 2.5.1.2.1 | Wiederherstellung durch Mahd | 139 |
| 2.5.1.2.1.1 | Ertragsentwicklung | 139 |
| 2.5.1.2.1.2 | Nährstoffentzüge | 140 |
| 2.5.1.2.1.3 | Änderungen der Vegetationszusammensetzung | 141 |
| 2.5.1.2.2 | Wiederherstellung durch Beweidung | 143 |
| 2.5.1.2.3 | Offene Fragen, Kenntnislücken und Forschungsbedarf zur Wiederherstellung von Sandrasen aus Wirtschaftsgrünland-Beständen | 144 |
| 2.5.1.3 | Wiederherstellung aus Äckern | 144 |
| 2.5.1.4 | Wiederherstellung aus Aufforstungen und Wäldern | 145 |
| 2.5.1.5 | Wiederherstellung aus verfilzten und verhochstaudeten Brachen | 146 |
| 2.5.1.6 | Neuschaffung von Sandrasen | 146 |
| 2.5.2 | Grenzen und Chancen für Wiederherstellung und Neuanlage | 146 |
| 2.6 | Vernetzung und Biotop-Verbund | 149 |
| 2.6.1 | Notwendigkeit der Integration von Sandrasen in Biotop-Verbundsysteme als Resultat von Überlegungen zur Inseltheorie | 150 |
| 2.6.1.1 | Die "Inseltheorie" und ihre Relevanz für die Situation der bayerischen Sandrasen | 151 |
| 2.6.1.2 | Der Biotop-Verbund als mögliche Antwort auf die Verinselung von Sandrasen | 153 |
| 2.6.2 | Eignung von Biotoptypen für den Verbund mit Sandrasen | 154 |
| 2.6.2.1 | Für den Biotop-Verbund mit Sandrasen geeignete Flächen-Biotope | 155 |
| 2.6.2.2 | Für den Biotop-Verbund mit Sandrasen geeignete Linearbiotope | 156 |
| 2.6.2.3 | Für den Biotop-Verbund mit Sandrasen ungeeignete Biotope; Biotope mit ausgesprochener Barrierewirkung | 159 |
| 2.6.3 | Die Abhängigkeit des Vernetzungsgrades der Biotope von der Verbund-Struktur | 159 |
| 2.6.4 | Biotop-Verbundsysteme mit Sandrasen | 160 |
| 2.6.4.1 | Sandrasen und Sandrasen-Fragmente | 160 |
| 2.6.4.2 | Flächenbiotope mit Eignung als Dauerlebensraum, als Teillebensraum oder als Trittstein von Sandrasen-Organismen | 161 |
| 2.6.4.3 | Linear-Biotope mit Eignung zur Wahrung der Korridor-Funktion für Sandrasen-Organismen | 161 |
| 2.6.4.4 | Umgebende Extensivierungs-Biotope | 161 |
| 2.6.4.5 | Raumorientierung von Biotopverbundsystemen mit Sandrasen | 162 |
| 3 | Situation und Problematik der Pflege und Entwicklung | 163 |
| 3.1 | Derzeitige Pflegepraxis in Bayern | 163 |
| 3.2 | Meinungsbild | 164 |
| 3.2.1 | Bevölkerung | 164 |
| 3.2.2 | Besitzer und Nutzer | 164 |
| 3.2.3 | Forstverwaltung | 164 |
| 3.2.4 | Wissenschaftler | 164 |
| 3.3 | Räumliche Defizite | 164 |
| 3.4 | Durchführungsprobleme | 165 |
| 3.4.1 | Allgemein zu beachtende Rechtsgrundsätze | 165 |
| 3.4.2 | Schafbeweidung | 165 |
| 3.4.3 | Entbuschen | 166 |
| 3.4.4 | Kontrolliertes Abflämmen | 166 |
| 3.4.5 | Acker-Streuobst-Mischnutzung | 166 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| 4 | Pflege- und Entwicklungskonzept | 167 |
| 4.1 | Grundsätze | 167 |
| 4.2 | Allgemeines Handlungs- und Maßnahmenkonzept | 172 |
| 4.2.1 | Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele | 172 |
| 4.2.1.1 | Grundlegende, auf die Existenzsicherung der Sandrasen-Lebensräume hin abgestimmte Pflege- und Entwicklungsziele | 172 |
| 4.2.1.2 | Auf Leitbilder abgestimmte Pflege- und Entwicklungsziele | 173 |
| 4.2.1.2.1 | Innere Gestaltung von Sandrasen, offenen Sandfluren und Sand-Kiefernwäldern | 175 |
| 4.2.1.2.2 | Gestaltung der Rand- und Erweiterungszonen von Sandrasen und Sand-Kiefernwäldern | 176 |
| 4.2.1.2.3 | Gestaltung von Sandrasen-Verbund-Strukturen | 180 |
| 4.2.2 | Pflegemaßnahmen | 182 |
| 4.2.2.1 | Pflege der Bestandes-Typen | 186 |
| 4.2.2.1.1 | Sandrasen und offene Sandfluren | 186 |
| 4.2.2.1.1.1 | Beweidung | 188 |
| 4.2.2.1.1.2 | Mahd | 192 |
| 4.2.2.1.1.3 | Entbuschung/Gehölzbeseitigung | 192 |
| 4.2.2.1.1.4 | Anlage von Pionierflächen | 194 |
| 4.2.2.1.1.5 | Beeinflussung der Windverhältnisse | 195 |
| 4.2.2.1.1.6 | Kontrollierte Brache | 196 |
| 4.2.2.1.2 | Sand-Kiefernwälder | 196 |
| 4.2.2.2 | Pflege bestimmter Arten | 197 |
| 4.2.2.2.1 | Farn- und Blütenpflanzen | 198 |
| 4.2.2.2.2 | Tierarten | 199 |
| 4.2.2.2.2.1 | Vögel | 200 |
| 4.2.2.2.2.2 | Reptilien und Amphibien | 200 |
| 4.2.2.2.2.3 | Insekten und Spinnen | 201 |
| 4.2.2.3 | Pflegehinweise zu den Pflanzengemeinschaften | 203 |
| 4.2.3 | Pufferung und Erweiterung | 205 |
| 4.2.3.1 | Pufferung | 205 |
| 4.2.3.2 | Erweiterung | 206 |
| 4.2.4 | Wiederherstellung und Neuanlage | 206 |
| 4.2.4.1 | Wiederherstellung aus Wirtschaftsgrünland | 207 |
| 4.2.4.1.1 | Auswahl der Flächen | 207 |
| 4.2.4.1.2 | Management | 208 |
| 4.2.4.1.2.1 | Mahd | 208 |
| 4.2.4.1.2.2 | Beweidung | 209 |
| 4.2.4.2 | Wiederherstellung aus Äckern | 210 |
| 4.2.4.3 | Wiederherstellung aus Aufforstungen und Wäldern | 211 |
| 4.2.4.4 | Wiederherstellung aus verfilzten und verhochstaudeten Brachen | 211 |
| 4.2.4.5 | Neuschaffung von Sandrasen | 211 |
| 4.2.5 | Vernetzung und Biotop-Verbund | 212 |
| 4.2.6 | Flankierende Maßnahmen | 214 |
| 4.2.6.1 | Steuerung des Freizeit- und des Erholungsbetriebes | 214 |
| 4.2.6.2 | Öffentlichkeitsarbeit | 215 |
| 4.3 | Spezielles Handlungs- und Maßnahmenkonzept / Gebietsspezifische Aussagen | 216 |
| 4.3.1 | Pflege und Entwicklung der wichtigsten Sandrasen-Lebensraumtypen Bayerns | 217 |
| 4.3.1.1 | Sande am Mittleren Main zwischen Schweinfurt und Kitzingen sowie am Unteren Main zwischen Alzenau/Kahl und Wertheim | 217 |
| 4.3.1.2 | Sandrasen im Rednitz-Regnitzbecken und am Ober-Main zwischen Lichtenfels und Eltmann | 219 |
| 4.3.1.3 | Abensberger Dünengebiet | 220 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.3.1.4 | Sandrasen-Reste und Kiefernforste der Oberpfalz um Grub und bei Grafenwöhr | 221 |
| 4.3.2 | Räumliche Schwerpunkte nach Landkreisen | 222 |
| 4.4 | Pflege- und Entwicklungsmodell | 223 |
| | | |
| 5 | Technische und organisatorische Hinweise | 227 |
| 5.1 | Technik der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen | 227 |
| 5.1.1 | Geräte zur Durchführung der Mahd | 227 |
| 5.1.2 | Geräte zur Durchführung von Entbuschungen | 227 |
| 5.1.3 | Geräte zur Anlage von Pionierflächen und zum Streurechen | 228 |
| 5.2 | Organisation und Förderung | 228 |
| 5.2.1 | Hinweise zu staatlichen Förderprogrammen für die Sandrasen-Pflege | 228 |
| 5.2.2 | Schafhaltung | 228 |
| 5.3 | Fachliche und wissenschaftliche Betreuung | 231 |
| | | |
| 6 | Anhang | 233 |
| 6.1 | Literaturverzeichnis | 233 |
| 6.2 | Mündliche / briefliche Mitteilungen | 241 |
| 6.3 | Gesetze und Verordnungen | 241 |
| 6.4 | Abkürzungsverzeichnis | 241 |
| 6.5 | Verzeichnis der Autokennzeichen Bayerns | 242 |
| 6.6 | Anlagen | 243 |
| 6.7 | Bildteil | 250 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|------------|--|-----|
| Abb. 1/1: | Grenzwerte für die Verfügbarkeit des Wassers in Sandböden (nach KRATOCHWIL & SCHWABE 1984: 15) | 21 |
| Abb. 1/2: | Lage der Quarzsand- und der Dolomitsand-Gebiete in Bayern (HOHENESTER 1960: 32) | 23 |
| Abb. 1/3: | Wurzelhorizont in Schillergras-Sandrasen der Schwetzingen Hardt (VOLK 1931: 148) | 25 |
| Abb. 1/4: | Verbreitung von <i>Androsace septentrionalis</i> (Nordischer Mannsschild) in Bayern (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990) | 28 |
| Abb. 1/5: | Verbreitung von <i>Chimaphila umbellata</i> (Doldiges Winterlieb) in Bayern nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990: Karten-Nr. 1204) | 30 |
| Abb. 1/6: | Verbreitung von <i>Helichrysum arenarium</i> (Sandstrohblume) in Bayern | 31 |
| Abb. 1/7: | Verbreitung von <i>Jurinea cyanoides</i> (Silberscharte) in Bayern | 32 |
| Abb. 1/8: | Verbreitung von <i>Mibora minima</i> (Zwerggras) in Bayern (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2182) | 34 |
| Abb. 1/9: | Verbreitung von <i>Spergula morisonii</i> (Frühlings-Spark) in Bayern, einer Charakterart des CORYNEPHORETUM (aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 290) | 36 |
| Abb. 1/10: | Verbreitung von <i>Aira praecox</i> (Früher Schmielenhafer) in Bayern (nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2236) | 41 |
| Abb. 1/11: | Einnischung von Ziegenmelker (<i>Caprimulgus europaeus</i>), Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>) und Brachpieper (<i>Anthus campestris</i>) in Sand-Ökosystemen (eigener Entwurf) | 48 |
| Abb. 1/12: | Verbreitung des Brachpiepers (<i>Anthus campestris</i>) in Bayern (NITSCHKE & PLACHTER 1987: 152) | 50 |
| Abb. 1/13: | Verbreitung des Ziegenmelkers (<i>Caprimulgus europaeus</i>) in Bayern (NITSCHKE & PLACHTER 1987: 131) | 51 |
| Abb. 1/14: | Verbreitung der Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>) in Bayern (NITSCHKE & PLACHTER 1987: 146) | 54 |
| Abb. 1/15: | Einnischung ausgewählter Insektenarten in Sandrasen-Ökosysteme (eigener Entwurf) | 52 |
| Abb. 1/16: | Entwicklung der Schafbestände in Bayern von 1800 bis heute (nach RIEDERER 1981 u. 1988 und THOMANN 1988) | 71 |
| Abb. 1/17: | Flugsand-, Decksand- und Terrassensand-Vorkommen im nördlichen Bayern | 75 |
| Abb. 1/18: | Verbreitung von <i>Corynephorus canescens</i> (Silbergras) in Bayern (nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2246) | 76 |
| Abb. 2/1: | Beeinflussung der Windgeschwindigkeit und Erzeugung von Verwirbelungen durch dichte Windschutzstreifen | 115 |
| Abb. 2/2: | Entstehung der Windscherung oberhalb von Hindernissen wie Windschutzstreifen | 115 |
| Abb. 2/3: | Sukzessionsschema zu Sandrasen-Ökosystemen auf basenarmen, +/- sauren Sanden | 122 |
| Abb. 2/4: | Sukzessionsschema zu Sandrasen-Ökosystemen auf basenreichen, neutralen oder schwach sauren Sanden | 122 |
| Abb. 2/5: | Veränderungen des Oberboden-Profiles der Dünenande in den Offenstettener Dünen durch Kiefern-Bestockung (A u. B) | 126 |
| Abb. 2/6: | Veränderungen des Oberboden-Profiles der Dünenande in den Offenstettener Dünen durch Kiefern-Bestockung (C u. D) | 127 |
| Abb. 2/7: | Ertragsverlauf von Grünland bei der Aushagerung von zwei extremen Böden in Abhängigkeit von deren Nachlieferungsvermögen und Pufferkapazität für (limitierende) Nährstoffe (KAPFER 1988: 106) | 141 |
| Abb. 2/8: | Gleichgewichtsmodelle | 151 |
| Abb. 2/9: | Randzoneneinflüsse in "Habitatinseln" wie isolierten Sandrasen-Lebensräumen-Resten in der Agrarlandschaft | 153 |
| Abb. 2/10: | Beziehungen zwischen dem Grad der Beschattung und der Baumhöhe in Waldschneisen in Abhängigkeit von der Schneisenweite und der Himmelsrichtung | 157 |
| Abb. 4/1: | Zu Leitbild B : In einem Flugsandgebiet sind die vegetationsfreien Sandstellen einer Sandgrube (drei Abbaustellen an Böschungen) sowie unbeeinträchtigte Dünenrücken und Dünenflanken miteinander direkt verbunden | 174 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Abb. 4/2: | Zu Leitbild C : Sand-Kiefernwald, der ausgelichtet wurde und in dem die Rohhumus- und Trockenmoderauflagen teilweise abgeräumt, teilweise auch an Ort und Stelle belassen wurden | 176 |
| Abb. 4/3: | Zu Leitbild D : Bildpaar zu Limes divergens- und Limes convergens-Struktur im Übergangsgefüge Sandrasen und offene Sandfluren/Zwergstrauchheiden und Ginstergebüsche/Sand-Kiefernwälder | 177 |
| Abb. 4/4: | Zu Leitbild E : Ein Sandrasen-Gebiet ist durch Abräumung eines Kiefernwaldes zur Luv-Seite hin stark erweitert worden. Zwei Abräumungskeile ragen tief in den Kiefernwald hinein | 179 |
| Abb. 4/5: | Zu Leitbild F : Das im Leitbild E auf der Kiefernforst-Seite erweiterte Sandrasen-Gebiet wird nun in einem zweiten Schritt auch zur Ackerseite hin vergrößert | 180 |
| Abb. 4/6: | Zu Leitbild G : Biotopkomplex aus Sandrasen, Wintergrün-Kiefernwäldern und Sandgruben mit temporären und beständigen Tümpeln | 182 |
| Abb. 4/7: | Zu Leitbild G : Derselbe Biotopkomplex im Aufsichtsprofil | 183 |
| Abb. 4/8: | Zu Leitbild H : Stromleitungstrasse (bzw. schneise) im Sandkiefernforst | 184 |
| Abb. 4/9: | Zu Leitbild H : Schneisen-Gestaltung in Sandkiefernforsten, Durchblick | 185 |
| Abb. 4/10: | Zu Leitbild I : Verbundstrecke entlang eines Kiefernwaldrandes | 186 |
| Abb. 4/11: | Zu Leitbild K : Verbund dreier Sandrasen-Ökosysteme über eine Stromleitungstrasse, Schneisen und sandrasen-freundlich strukturierte Kiefern-Waldränder und über Sandacker-Randstreifen | 187 |
| Abb. 4/12: | Schema zur Waldrandbeweidung | 190 |
| Abb. 4/13: | Pflegeempfehlung: Verbesserung der Windverhältnisse auf Luv- und Lee-Seite | 196 |
| Abb. 4/14: | Sinnvolle Anlage von Schutzhecken im Luv-Bereich von Sandrasen | 204 |
| Abb. 4/15: | Zu Leitbild A1: Schema zu den Sandacker-Streuobst-Weide-Mischnutzungsflächen im Raum Stockstadt/Lkr. Aschaffenburg | 216 |
| Abb. 4/16: | Zu Leitbild B1: Einbindung der Sandacker-Streuobst-Weide-Mischnutzungsparzellen in das umgebende Landschaftsgefüge | 218 |
| Abb. 4/17: | Zu Leitbild C1: Querschnitt durch eine ideal gestaltete Dünenlandschaft im Abensberger Dünenbereich | 220 |
| Abb. 4/18: | Zu Leitbild D1: Komplexstrukturierung der Sand-Lebensräume im mittleren Naabtal/Oberpfalz | 222 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tab. 1/1: | Heuschrecken-Artengarnitur der Sand-Ökosysteme im Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen (nach HEUSINGER 1988) | 57 |
| Tab. 1/2: | Wildbienen, Zusammenstellung der Arten mit Sandbindung aus der Roten Liste Tiere Bayern, Neufassung WARNKE 1992 | 61 |
| Tab. 1/3: | Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen (M. BRÄU) | 65 |
| Tab. 1/4: | Nach der Roten Liste Bayern (SCHÖNFELDER 1986) gefährdete bzw. ausgestorbene Farn- und Blütenpflanzen der Sandrasen und Sandfluren | 86 |
| Tab. 1/5: | Auswahl der Laufkäfer-Arten von Sandlebensräumen mit xerophiler oder thermophiler Tendenz aus der Roten Liste Bayern (LORENZ et al. 1992) | 88 |
| Tab. 1/6: | Gefährdung der Pflanzengemeinschaften auf Sand nach der Vorläufigen Roten Liste von Bayern (WALENTOWSKY et al. 1990/1991) | 89 |
| Tab. 2/1: | Zuwachs an Futter und benötigte Weidefläche im Verlauf der Vegetationszeit am Beispiel einer Wirtschaftswiese (SCHLOLAUT 1988: 21) | 110 |
| Tab. 4/1: | Entwicklungsschwerpunkte für Sandrasen-Ökosysteme | 223 |
| Tab. 5/1: | Mögliche betriebswirtschaftliche Auswirkungen naturschutzbedingter Auflagen bei der Schafbeweidung (nach PAHL 1988: 61) | 230 |

Einführung

Die Sandrasen müssen wegen ihrer

- spezifischen Verbreitung
- eigentümlichen Standortbeschaffenheit
- hochspezialisierten, eigenständigen Tier- und Pflanzenwelt
- besonderen Bindung an sekundäre und "gestörte" Standorte mit begrenzter Lebensdauer
- ganz speziellen Bedrohungs- und Pflegesituation

in einem eigenen LPK-Band Darstellung finden. Sie können wegen ihrer Eigenständigkeit nicht als Subtyp oder Anhängsel der verwandten Silikat- oder Kalkmagerrasen (vgl. die entsprechenden LPK-Bände II.3 bzw. II.1) behandelt werden.

Die Sandrasen bedürfen einer weit höheren Aufmerksamkeit in der Naturschutzöffentlichkeit, als dies heute noch der Fall ist: Landschaftliche Unauffälligkeit, Blütenarmut, Unansehnlichkeit und ausgeprägter "Ödlandcharakter" verdammt sie bis vor kurzem zu einem Mauerblümchendasein im Naturschutz. Sogar noch in Heft 1 "Schützenswerte Biotope in Bayern" (KAULE et al. 1979: 75 ff.) erschienen sie lediglich in einer tabellarischen Aufstellung. Für diesen Lebensraumtyp ist es jedoch nicht fünf, sondern bereits eine Minute vor zwölf: Wenn ihrem Verschwinden nicht energisch entgegengetreten wird, ist in vielen Regionen Bayerns mit dem Totalverlust von Sandrasen noch vor dem Jahr 2000 zu rechnen.

Die Verluste an Sandrasen-Lebensräumen fielen in Bayern seit den 50er Jahren bis heute so gravierend aus, daß es bayernweit heute keinen ausreichend gesicherten größeren Bestand mehr gibt, sondern nur noch vorwiegend kleine Reliktflächen, deren Bedrohungs- und Pflegezustand oft alarmierend ist. Die wenigen noch existierenden Sandrasen-Großreste werden als Truppenübungsplätze genutzt, ihr Fortbestehen für die Zukunft ist keineswegs sichergestellt. Das Schicksal der Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*), die noch Ende des 19. Jahrhunderts im Rednitz-Regnitz-Becken zu den auf den Märkten gehandelten, gemeinen Arten gehörte, steht für viele Tier- und Pflanzenarten dieses Lebensraumes. 1991 gab es im genannten Bereich nur noch zwei Wuchsorte. Die auf Sandrasen angewiesenen Pflanzen- und Tierarten sind in ihrer Mehrzahl auf Flächen- und Populationsgrößen von örtlich etwa 5% ihrer früheren Größe zurückgedrängt.

Pflege- und Entwicklungskonzepte dürfen sich nicht nur auf die **Sandrasen im engeren Sinn** beschränken, die in erster Linie von den **Silbergrasfluren** (CORYNEPHORETUM) und den **Schwingelgrasrasen** (ARMERIO-FESTUCETUM) gebildet werden. Berücksichtigung müssen auch die **vegetationslosen Sande** als Lebensraum einer Vielzahl hochspezialisierter Tierarten sowie als potentieller Standort der Pionierpflanzen finden. Wegen der engen syndynamischen Verbindungen der **Zwergstrauchgebüsche, Geißklee- und Ginstergebüsche, der Wintergrün- und Gabelzahnmoos-Kiefernwälder** zu den

Sandrasen halten wir es für sinnvoll, diese Vegetationstypen im Sandrasenband mitzubespochen, da sie dem vollständigen Vegetationskomplex der Ökosysteme auf Sandstandorten angehören.

Dieser Band hat zwar den Titel "Lebensraumtyp Sandrasen", beschäftigt sich aber nicht nur mit Sandrasen i.e.S., sondern darüber hinaus auch mit vegetationslosen, bebuschten und bewaldeten Sandstandorten. Der im Band häufig verwendete Begriff "Sandflur" wird als Sammelbegriff für Sand-Ökosysteme verwendet, in denen neben den Sandrasen auch vegetationslose, bebuschte und bewaldete Sandstandorte vorkommen.

Zumindest die bayerischen Sandrasenreste entspringen wohl ausnahmslos Nutzungen und "Devastierungen" früherer Jahrhunderte und gehören damit wie die meisten Kalk- und Silikatrasen zu den Halbkulturformationen (Rodung und Durchweidung der Sandbestockung entlang der Stromtäler, Schaftrift, bäuerliche Sand- und Kiesbeschaffung, aufgelassene Äcker).

Erhaltung von Sandökosystemen bedeutet daher Aufrechterhaltung oder Wiedereinführung eines vielfältigen, z.T. von der konventionellen "Biopflegerie" abweichenden Managements, in dem die Standortgestaltung gegenüber der Vegetationsgestaltung überwiegt. In Anbetracht der Dringlichkeit von Artenhilfsmaßnahmen für die Lebewesen der Sandrasen-Lebensräume können anthropogene Dünenbildungen nicht mehr als Geißel der Landkultur (denen bereits im 15. und 16. Jahrhundert durch Kiefernauflorungen entgegengewirkt wurde - PHILIPPI 1970: 74 f.) verurteilt werden. Gemessen an der maximalen Sandrasenausdehnung zwischen Spätmittelalter und 18. Jahrhundert (vgl. KRAUSCH 1968: 72 f. und PHILIPPI 1971a: 96) werden auch die künftig "sanierten" Sandlebensräume der Abensberger, Schrobenhausen-Hohenwarter, Nittenau-Bodenwöhrer, Berching-Neumarkter, Rednitz-Regnitz-Obermain-, Pleinfelder, Volkacher und untermainischen Sandgebiete eine vergleichsweise bescheidene Ausdehnung erlangen.

Ausführlich behandelt werden die Grundlagen, deren Kenntnis für eine fundierte Pflege von Sand-Ökosystemen unerlässlich ist. Der technischen Durchführung und dem wünschenswerten Ablauf von Pflegeeingriffen in Sandgruben wird im LPK-Band II.18 "Kies-, Sand- und Tongruben" der gebührende Platz eingeräumt.

Für die Erstellung dieses Bandes wurde bis zum Juni 1992 erschienene Literatur ausgewertet. Nach diesem Zeitpunkt herausgegebene Literatur konnte nur noch ausnahmsweise berücksichtigt werden.

Für Informationen, anregende Diskussionen und Freilandführungen sei herzlich gedankt: Frau Dr. JECKEL (LÖLF Recklinghausen), Frau Dipl.-Biol. E. MERKEL (Nürnberg), Frau Dipl.-Biol. SIGRUN MITTL (Fürth), Herrn MERGENTHALER (Re-

gensburg), Herrn Pfarrer NECKER (Mühlhausen), Herrn HERRE (SG 830, Regierung der Oberpfalz), Herrn VAAS (SG 830, Regierung der Oberpfalz), Herrn WEID (Regierung von Oberfranken), Frau TSCHUNKO (Regierung von Mittelfranken), Herrn BLÜMLHUBER (Landschaftspflegeverband Kelheim), Herrn MOHR (LRA Forchheim), Herrn PRICK (LRA Kitzingen), Herrn MARKWART (LRA Würzburg), Herrn PÜHL und Herrn Dr. RAUENBUSCH (LRA Nürnberger Land), Herrn STREHL und Herrn WEIMERT (LRA Roth), Herrn Dipl. Biol. EICHER (Landschaftspflege-Zweckverband Kelheim), Herrn HARTLAUB (Landschaftspflege-Verband Miltenberg), Herrn Dipl.-Ing. GROSSMANN (früher ABSP, heute LfU Thüringen), Herrn Dipl.-Biol. G. HEUSINGER (LfU, Außenstelle Kulmbach), Herrn Dipl. Geogr. BREUNIG (Karlsruhe), Herrn Prof. Dr. PLACHTER (früher LfU Bayern, heute Uni Marburg), Herrn Dipl.-Biol. Dr. M. REICH (früher ABSP, heute Uni Marburg), Herrn BEMMERLEIN-LUX (Ifanos/Nürnberg), Herrn Dr. TITZE (Uni Erlangen) und Herrn Prof. Dr. PHILIPPI (Karlsruhe).

In besonderer Weise am Zustandekommen dieses Bandes beteiligt waren Herr Prof. Dr. ZEIDLER und Herr Prof. Dr. MEIEROTT (beide Würzburg), die

zahlreiche Anregungen beisteuerten und Textentwürfe kritisch durchlasen.

An den Beiträgen über Vögel, Reptilien und Amphibien hat Herr C. NIEDERBICHLER (Unterpfaffenhofen-Germering), an den Beiträgen über Spinnen Frau Dr. BAUCHHENS (Schweinfurt) mitgewirkt. Das von Hauptautoren B. QUINGER und N. MEYER verfasste Tierweltkapitel wurde von den Herren P. LEUPOLD (IVL Röttenbach) und M. BRÄU (Alpeninstitut) durchgesehen und ergänzt. Ergänzungen zu den Kryptogamen stammen von Herrn W. v. BRACKEL (IVL Röttenbach).

Herr Dr. BRAUNHOFER (Regierung von Oberbayern, damals Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen) begleitete die Entstehung des Bandes mit vielen konstruktiven Hinweisen und Diskussionen. Herr GRAUVOGL (StMLU) unterzog das gesamte Rohmanuskript einer gründlichen Durchsicht. Beiden Herren von der Auftraggeberseite sei daher für ihre Mithilfe am Zustandekommen dieses Bandes an dieser Stelle recht herzlich gedankt.

Möge dieser Band dazu beitragen, den Niedergang eines in Bayern fast verschwundenen Biototyps in letzter Minute zu bremsen.

1 Grundinformationen

Gegenstand des ersten Kapitels ist eine umfassende Beschreibung des Lebensraum-Typs Sandrasen und Sandfluren in Bayern. Sie beginnt mit einer allgemeinen Charakterisierung (Kap. 1.1). In Kapitel 1.2 (S.20) wird ausgeführt, über welche Landschaftsteile der vorliegende Band Aussagen treffen muß. Das dritte Kapitel (Kap. 1.3, S.21) schildert die standörtlichen Verhältnisse der Sandrasen-Lebensgemeinschaften.

Die beiden nächsten Kapitel (Kap. 1.4, S.24 und Kap. 1.5, S.44) widmen sich der Pflanzen- und der Tierwelt dieses Lebensraumtyps.

Im Kapitel 1.6 (S.69) werden die traditionellen Bewirtschaftungsformen der Sandrasen behandelt, wobei auch auf den sozio-ökonomischen Hintergrund, auf dem diese Bewirtschaftungsformen beruhen, eingegangen wird.

Im Kapitel 1.7 (S.74) werden knapp die grundlegenden Standortfaktoren und die Nutzungseinflüsse zusammengestellt, von denen die Fortexistenz eines Sandrasen-Lebensraumes abhängt.

Kapitel 1.8 (S.77) gibt einen Überblick über die Verbreitung der Sandrasen und Sandfluren in Bayern, die sowohl auf der Ebene der Verwaltungseinheiten (Regierungsbezirke, Landkreise) wie auch auf der Ebene der Naturräume (nach MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1953-1962) vorgestellt wird.

Die beiden folgenden Kapitel (Kap. 1.9, S.85, und Kap. 1.10, S.92) streichen zunächst die Bedeutung der Sandrasen und Sandfluren für den Naturschutz und die Landschaftspflege heraus, anschließend werden Kriterien für die Bewertung einzelner Flächen angeboten.

Ein besonderes Gewicht kommt dem Kapitel 1.11 (S.95) zu, in dem die wichtigsten, gegenwärtig wirksamen Gefährdungsfaktoren herausgearbeitet werden. Pflege- und Schutzbemühungen zu Sandrasen und Sandfluren werden in jedem Einzelfall auf Dauer nur zu Erfolgen führen, wenn es gelingt, die jeweils vor Ort wirkenden Gefährdungsfaktoren möglichst auszuschalten.

1.1 Charakterisierung

(Bearbeitet von B. Quinger und N. Meyer)

Die "Sandrasen" im engeren Sinne gehören zu den lichtliebenden, nur im Freiland existenzfähigen Lebensgemeinschaften trocken-warmer Standorte. Sie gedeihen auf Lockersanden, welche gewöhnlich durch Wind oder fluviatile Umlagerung von grusigen oder tonig-schluffigen Verwitterungsprodukten getrennt wurden. Deren mechanische und chemische Besonderheiten wie Nährstoffarmut und Beweglichkeit prägen charakteristische, an sie angepaßte Lebensgemeinschaften. Die nach Festlegung der Lockersande durch die Pionierpflanzen zeitlich nachfolgenden, oft aber räumlich benachbarten Vegetationseinheiten bilden mit ihnen eine funktionelle

Einheit der "Sandfluren" im weiteren Sinn mit gemeinsamen Vorkommen und einheitlicher Schutz- und Pflegeproblematik.

Zunächst erfolgt eine allgemeine Beschreibung der Sandrasen-Lebensräume (Kap. 1.1.1), anschließend einige Anmerkungen zu ihrer syntaxonomischen Zuordnung (Kap. 1.1.2) und danach eine Abgrenzung von anderen Lebensraumtypen (Kap. 1.1.3).

1.1.1 Allgemeine Erscheinung, Komplexaufbau, Struktur- und Nutzungsmerkmale

Ein vollständiger Sandrasen-Lebensraumkomplex umfaßt mit vegetationsfreien Sanden, unterschiedlichen Sandrasen-Typen, Zwergstrauchheiden, Gebüsch-Zonen und lichten Kiefernwäldern mehrere verschiedenartige Struktur-Typen, die syndynamisch eng miteinander verknüpft sind. Da die einzelnen Pflanzengemeinschaften der Sandrasen in Wuchsdichte und Wuchshöhe sehr voneinander abweichen und sich durch eine eigene Strukturbeschaffenheit auszeichnen, erweisen sich die Sandrasenflächen physiognomisch meist als recht uneinheitlich. Die ausgeprägten Strukturunterschiede stehen in engem Zusammenhang mit der nur selten fehlenden kleinteiligen Mikrorelief-Differenzierung der Sandfluren (Dünenhänge und Dünenälchen unterschiedlichster Neigungen und Expositionen, Mulden-Kuppen-Reliefs, Abbruchkanten, Erosionsarisse, flache Aufsandungen etc.).

1.1.1.1 Geländebindung und Struktur von Sandrasen-Ökosystemen

Geländebindung

Die Sandrasen sind streng an Vorkommen ihres Substrats gebunden. Terrassensande sind längs der großen aktuellen und ehemaligen Flußsysteme (Urmain!) angesiedelt, Flugsande gewöhnlich in Hauptwindrichtung benachbart zu Flußsanden oder Gebieten mit Vorkommen von verwitternden Sandsteinen (etwa den Schichtstufen des Buntsandsteins und Keupers, wie die untermainischen und Schweinfurter Sandvorkommen sowie die Dünenbildungen des Regnitzbeckens dokumentieren). Sandstandorte aus direkter Substratverwitterung sind nicht sekundär verfrachtet und naturgemäß auf ihre Bildungsorte beschränkt.

Geländestrukturen mit oft schotterhaltigen Sanden stellen somit häufig Nieder-, Haupt- und Hochterrassen der Flußniederungen samt Terrassenkanten dar. Auch im Hinterland sind lokal Restbestände alter Terrassen als Bereiche mit inselförmigen Sandauflagen vorhanden. Binnendünen sind in der Regel heute (z.T. wieder) bewaldet.

Historisch durch aushagernde Nutzung der Sandvorkommen oft großflächig ausgebildet, nimmt der Flächenanteil dieses Standorttyps noch immer rapide ab. Zunehmende Bedeutung in der Flächenbilanz haben heute die anthropogenen Lockersand-Stand-

orte, die oft kleinflächig und temporär im Kontakt zu Abgrabungen, im Bereich von Dammaufschüttungen an Straßen- und Autobahnböschungen, bei Humusabschiebungen z.B. in Bau- und Gewerbegebieten sowie auf Rodungsflächen entstehen.

Struktur von Sandrasen-Ökosystemen

Die geringe Wuchshöhe und Bodendeckung der Sand-Pionierrasen bewirkt insbesondere in Verzahnung mit Offensandbereichen einen ausgesprochenen Ödlandcharakter mit geringer Strukturierung. Großflächige offene Pionierfluren sind jedoch heute die Ausnahme. Sie finden sich meist nur auf frisch entwaldeten Flächen nach Entfernung der Humusschicht, wie es die Ausweisung von Sandacker-Bereichen oder Forst auf Sand als Gewerbegebiet mit sich bringt, auf neuen Gas- und Stromschneisen oder militärischen Übungsplätzen, die regelmäßig mechanisch geöffnet werden.

Ältere Bestände zeichnen sich durch ein Nebeneinander aus allen Stadien der Sukzessionsreihen auf Sand aus, wobei je nach Alter der Fläche, Nutzungsgeschichte, aktueller Nutzung, ggf. Auflassungszeitpunkt und Nährstoffgehalt bzw. -eintrag mehr oder weniger kleinräumig wechselnde Mosaik unterschiedlicher Größe ausbilden. Beispielsweise finden sich auf dem Hainberg südwestlich von Nürnberg neben mageren, beweideten Kernbereichen mit lückigen Silbergrasfluren und Offensandbereichen auch Gehölzinseln aus Kiefer, Birke, Eiche und Robinie, ruderalisierte Wegrandabschnitte mit artenreichen Ruderalfluren und konsolidierte, durch Überschwemmungen angereicherte Weideflächen mit Grasnelkenfluren. Auf Stromschneisen im Reichswald findet sich kleinräumig verzahnt ein Mosaik aus Offensanden, streifenförmigen Silbergrasfluren, ruderalisierten Einsprengseln, Besenginstertrupps, Besenheidebeständen sowie Inseln mit Kiefernaufruch und Randzonen aus Preiselbeere und Drahtschmiele.

1.1.1.2 Strukturbestandteile der naturnahen Sandfluren

Im folgenden werden die wichtigsten Struktur-Typen der vollständigen Sandrasen-Vegetationskomplexe kurz vorgestellt.

1) Die vegetationsfreien Lockersande

Exposition und Inklination (Hangneigung) legen die mikrostandörtlichen Eigenschaften der vegetationsfreien Sande in ganz entscheidender Weise fest, da hier die dämpfenden Wirkungen der Vegetationsdecke für das Bestandesklima wegfallen. Südexponierte, vegetationsfreie Lockersande können sich an Strahlungstagen stark erwärmen.

2) Lückige, kryptogamenarme Silbergrasflur

Die Silbergrasflur weist in ihrem Optimalstadium (CORYNEPHORETUM CANESCENTIS TYPICUM) eine Vegetationsdeckung von meist nicht über 60% auf. Sie siedelt auf bewegten Flugsanden und legt diese allmählich fest. Die Wuchshöhe beträgt 15-30 cm. Zwischen den locker verteilten Silbergras-Horsten sind die Sande mit einzelnen Therophyten und klein-

flächigen, voneinander +/- isolierten Kryptogamenpolstern bewachsen, überwiegend jedoch vegetationsfrei (vgl. Foto 1).

3) Reife, lückendarme und kryptogamenreiche Silbergrasflur

In ihrem Reifestadium (CORYNEPHORETUM CANESCENTIS CLADONIETOSUM) zeigt die Silbergrasflur durch Hinzutreten von Arten der Folge-Gesellschaften einen Deckungsgrad der Feldschicht von bis zu 80%. Die Beteiligung der Moose und Flechten am Bestandaufbau hat sehr stark zugenommen; diese Pflanzengruppen bilden nun größere, zusammenhängende Teppiche. Der Flächenanteil der vegetationsfreien Sandstellen ist nur noch gering.

Gmelin's Steinkraut-Silberscharten-Gesellschaft

Auf Sanden am mittleren Main im Raum Volkach kommt die Gmelin's-Steinkraut-Silberscharten-Gesellschaft vor. In ihrem Vegetationsaufbau und in ihrer Vegetationsstruktur (Deckungswerte der Vegetationsschicht, Wuchshöhe) ähnelt sie der reifen Silbergrasflur.

4) Sandgrasnelken-Schwengelgrasrasen

Im Reifezustand fast geschlossene Rasen mit ca. 80-95% Deckung der Phanerogamenschicht. Die Wuchshöhe der Grasnarbe beträgt um 10-25 cm, die der Blütenstände bis 50 cm. Die Kryptogamenschicht ist mit 10-30% Deckung gut entwickelt. Die Pionier-Kryptogamen spielen nur noch eine untergeordnete Rolle, die Rasenmoose (z.B. *Hypnum cupressiforme*) beginnen zu dominieren. Offene Sandstellen sind nicht mehr vorhanden, allenfalls sind noch einige Lücken-Pioniere anzutreffen.

5) Heidekraut-Zwergstrauchheiden und Kopfgeißklee-Bestände als Umsäumungen von Kiefernbeständen

Die Randzonen von an Sandrasen angrenzenden Kiefernwäldern werden insbesondere auf sauren, basenarmen Sanden von *Calluna*-Zwergstrauchheiden besetzt. Solche *Calluna*-Heiden tragen gemeinsam mit der Kiefernadelstreu zur Rohhumusbildung bei. In ostbayerischen Sandgebieten (z.B. Abensberger Dünengebiet, Tertiärsande nördlich von Regensburg bei Burglengenfeld und Kallmünz) werden niedrigwüchsige Saumgebüsch vom Kopfgeißklee (*Chamaecytisus supinus*) gebildet. *Peucedanum oreoselinum*, *Polygonatum odoratum*, *Anthericum ramosum* treten v.a. auf basenreichen Sanden in kontinental getönten Bereichen nicht selten als Staudensäume hinzu.

6) Besenginster-Gebüsch

Die Randzonen von an Sandrasen angrenzenden Kiefernwäldern, kleinen Kiefern(Eichen)waldinseln, die Umgebung und das Innere von Kiefernvorwäldern sind in Sandrasen-Ökosystemen nicht selten von Besenginster-Gebüsch durchsetzt. Diese Buschgruppen fügen sich als eigener, saum- bis mantelartiger Struktur-Typ ein. Den Besenginster-Gebüsch gehören nicht selten einige krautige Saumpflanzen wie *Teucrium scorodonia*, *Holcus*

mollis (beide v.a. im bayerischen Nordwesten) und *Hieracium umbellatum* an.

7) Wintergrün-Kiefernwald

Lichter Kiefernwald auf basenreichen, jedoch nährstoffarmen, festgelegten Sanden. Der Deckungsgrad der im Vergleich zu den Gabelzahnmoos-Kiefernwäldern (DICRANO-PINETUM) sehr artenreichen Krautschicht (meist mehr als 20 Gefäßpflanzen-Arten auf 100 m² Fläche) überschreitet meist über 50%.

8) Gabelzahnmoos- und Weißmoos-Kiefernwald

Lichte Kiefern (Eichen)wälder basenarmer, saurer, festgelegter Sande. Der Deckungsgrad der sehr artenarmen Krautschicht (meist weniger als 10, oft nur 5-6 Gefäßpflanzen-Arten auf 100 m² Fläche) liegt oft weit unter 50%. Sehr hohe Deckungswerte erzielen die anspruchslosen, vergleichsweise artenreicheren Kryptogamen dieser Wälder. Vor allem in niederschlagsreichen Gegenden (über 750 mm Niederschlag im Jahresmittel) besteht eine starke Neigung zur Rohhumus-Bildung, in trockenen Gegenden (unter 600 mm Niederschlag im Jahresmittel) auf schwach sauren Sanden entstehen Trockenmoor-Auflagen (vgl. Kap. 2.2.1).

1.1.1.3 Strukturbestandteile ruderalisierter, früher ackerbaulich genutzter Sandfluren

- **Kleinschmielen- und Federschwingel-Pionierrasen**

Vegetationstyp auf verfestigten, durch Störungen wie Tritt oder Befahren, vorübergehendes Lagern von Materialien etc. wieder geöffneten Sandflächen. Die Rasen sind mit 5-15 cm Höhe sehr niedrig und lückig, die Kryptogamenschicht ist meist gut ausgebildet und besteht hauptsächlich aus Pioniermoosen (z.B. *Ceratodon purpureus*).

- **Therophyten-Fluren**

Auf nährstoffarmen, etwas verfestigten Sandbrachen sind nach Nutzungsaufgabe lockere Therophyten-Fluren entwickelt. Auf kalkfreien Sanden stellen sich beispielsweise *Teesdalia nudicaulis*-Bestände ein (PHILIPPI 1973: 28), auf schwach eutrophierten Sandackerbrachen laufen nicht selten Massenbestände von *Filago minima* auf.

- **Thermophile Ruderalfluren**

Besonders in den wärmegetönten, niederschlagsarmen Becken- und Tallagen finden sich, vorwiegend randlich zu den naturnahen Sandrasenkomplexen (etwa an Wegrändern, auf Schutt und dergleichen) arten- und blütenreiche Komplexe aus ein- und mehrjährigen Ruderalfluren des SISYMBRION OFFICINALIS, ARCTION, vor allem aber ONOPORDION und DAUCO-MELILOTION.

1.1.1.4 Nutzungsmerkmale

Nutzungsbedingte Eigenschaften der Sandrasen und Sandfluren bieten sich heute nur noch in verschwommener Form dar, da die überwiegende

Mehrzahl der ehemaligen Sandrasen-Flächen heute nicht mehr traditionell genutzt wird. Die noch fortbestehenden Überreste stellen entweder Brachflächen mit weit fortgeschrittenen Sukzessionsstadien dar, oder sie sind Produkte jüngerer Sandfreilegungen. Gewöhnlich sind die Sandrasen in Bereichen der Binnen-Sandvorkommen durch wechselndes Betreiben verschiedener extensiver Nutzungsformen entstanden, insbesondere Sand- und Holzentnahme, Streugewinnung, Beweidung und Ackerbau, deren Wechsel, Abfolge und zeitlicher Abstand nach lokalen Gewohnheiten und Notwendigkeiten variierte. Die Vielzahl der traditionellen Nutzungen führte früher anscheinend zu recht inhomogenen Erscheinungsbildern. Schon die Beweidung reichte aus, um ruderalisierte, eutrophierte, aber auch völlig vegetationsfreie Stellen zu schaffen, wo sich die Weidetiere gerne aufhielten. Die verschiedenen Nutzungsformen werden detailliert in den Kapiteln 1.6 (S. 69) und 2.1 beschrieben, zu ihrem Einfluß auf die Zusammensetzung der Bestände siehe Kap. 1.7.2 (S.74).

1.1.2 Syntaxonomischer Überblick

Die Sandrasen umfassen die zur Klasse SEDO-SCLERANTHETEA (lückige, licht- wärme- und trockenheitsliebende Pioniergesellschaften) gehörenden, silbergrasreichen Gesellschaften (CORYNEPHORETALIA CANESCENTIS) und die Kleinschmielen-Fluren (THERO-AIRION) sowie die Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM) der bereits konsolidierten Sande, die von OBERDORFER & KORNECK (1978: 155 f.) der Klasse FESTUCO-BROMETEA (Trocken-, Halbtrocken- und Steppenrasen) zugeordnet werden. Andere Autoren wie KRAUSCH (1968: 74 ff.) und JECKEL (1984: 58 ff.) fügen den Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen der norddeutschen Tiefebene ("DIANTHO-ARMERIETUM") in den Verband ARMERION ELONGATAE ein, den sie der Klasse SEDO-SCLERANTHETEA zurechnen.

Wegen ihrer regional häufigen randlichen Verzahnung mit den Sandrasen und ihrer ökologischen und naturschutzfachlichen Bedeutung werden einige ein- und mehrjährige Ruderalfluren des DAUCO-MELILOTION, daneben auch des SISYMBRION OFFICINALIS, ARCTION UND ONOPORDION mit angeschlossen, die in enger Verzahnung mit den eigentlichen Sandrasen vorkommen.

1.1.3 Abgrenzung zu anderen Lebensraumtypen

Der Übergang von brachliegenden ruderalisierten Sandfluren zu sandigen Ackerbrachen ist fließend. Besonders gilt dies für die thermophilen annuellen und ausdauernden Ruderalfluren der warmen Tiefländer. Der entsprechende LPK-Band II.11 "Agrotop" erfaßt diese auf weite Strecken bereits verschwundenen Strukturen nur in Nachbarschaft zu Agrarflächen. Die Bedeutung dieser blütenreichen Ruderalfluren im Kontakt zu den Sandrasen insbesondere für die Wildbienen gebietet immerhin deren

Berücksichtigung in Gebieten gemeinsamen Vorkommens.

Wegen einerseits quarzsandähnlicher bodenphysikalischer Bedingungen, andererseits aber eines völlig abweichenden Chemismus (CaMg-Karbonatsande aus Dolomitverwitterung), sind die Dolomitsande der nördlichen Frankenalb als ein edaphischer Sonderfall (vgl. HOHENESTER 1960: 33 und 1976a: 12) zu werten. Weder topographische Lage (vorwiegend am Hangfuß der Knocks) noch Bewuchs (nur wenige Arten vermitteln zu den Silbergrasfluren) haben etwas mit den eigentlichen Sandrasen gemein. Die Dolomitsandbiotope werden deshalb innerhalb des LPK dem Lebensraumtyp "Kalkmagerrasen" (vgl. LPK-Band II.1) zugeordnet.

Die Bewirtschaftungstradition der Dolomitsand-Grasheiden der Fränkischen Alb ähnelt weit mehr den Enzian-Schillergrasrasen (GENTIANO-KOELERIETUM) dieses Naturraumes als den Quarz-Sandrasen des Rednitz-Regnitz-Beckens. Die Dolomitsandheiden werden deshalb im LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen" (in den Kap. 1.12.9 und 4.3.1.9) unter der Bezeichnung "Dolomitknockheiden" behandelt. Ebenfalls im Kalkmagerrasen-Band werden die Kalksandheiden des Tertiärhügellandes behandelt, die zwar eine Reihe von Sandrasenarten aufweisen, in ihrer floristischen Gesamtstruktur den Weide-Kalkmagerrasen jedoch näher stehen als den eigentlichen Quarzsandrasen.

Die Abgrenzung zu den Silikatmagerrasen bereitet insbesondere in Bereichen mit graduellen Übergängen hinsichtlich Korngröße des Substrats, Bindigkeit des Bodens und Feuchtigkeitsversorgung Probleme. Dies gilt weniger für die eindeutige synsystematische Zuordnung, da die Arten der Silbergrasfluren als Pionervegetation auf die Lockersande beschränkt sind, mithin auf bindigerem Substrat durch andere Pionierarten abgelöst werden. (Einzelne Charakterarten, etwa *Spergula morisonii* oder *Jasione montana* greifen mancherorts auch auf dann allerdings verwandte strukturierte Felsgrasfluren über.) Vielmehr finden sich etwa auf älteren, periodisch offengehaltenen Stromschnellen mit wechselndem Substrat - Durchdringungskomplexe von Sandrasen und -heiden mit Borstgrasrasen und Rotschwengel-Straußgrasrasen, die im LPK-Band II.3 "Bodensaure Magerrasen" behandelt werden. Eine getrennte naturschutzfachliche Erfassung, Behandlung oder gar Pflege solcher Lebensraumkomplexe ist weder möglich noch nötig oder zweckmäßig.

Die Abgrenzung der Sand-Kiefernwälder und -forsten hin zu mesophileren und wechsellustigen Beständen kann auf Subassoziationsstufe erfolgen, indem heidelbeer- und schlängelschmielenreiche bzw. pfeifengras- und torfmoosreiche Ausbildungen bei gleichzeitigem Zurücktreten von Flechten, Preiselbeere und Besenheide ausgegrenzt werden. Die Berücksichtigung von Verzahnungen der Sand-Kiefernwälder mit solchen Übergängen zum Moor-Kiefernwald, wie sie zerstreut in der Oberpfalz, selten auch im Regnitzbecken und bei Neumarkt zu finden sind, bleibt davon unberührt (siehe Kap. 2.6.2).

Möglichkeiten zur (technischen) Gestaltung und Neuschaffung von Sandrasen in Abbaubiotopten, wie Sandgruben sowie auf Stromleitungstrassen, werden in den LPK-Bänden II.18 "Kies-, Sand- und Tongruben" und II.16 "Leitungstrassen" angesprochen.

Komplex-Biozönosen aus Kalk- und Sandrasen (Bsp.: Kalksandheiden des oberbayerischen Tertiärhügellandes) sowie aus Silikatmagerrasen und Sandrasen (Bsp.: mehrere Heideflächen im Oberpfälzer Hügelland im Raum Weiden) sind bei der Pflege- und Entwicklungsplanung als Gesamtheit zu betrachten. Arten- und gesellschaftsspezifische Aussagen zu charakteristischen Arten und Pflanzengemeinschaften der Kalkmagerrasen und Silikatmagerrasen erfolgen jedoch nur in den LPK-Bänden II.1 "Kalkmagerrasen" und II.3 "Bodensaure Magerrasen".

Entsprechendes gilt für Aussagen zu artenschutz- und binnenstruktur-bezogenen Pflegeeingriffen in randlich angrenzenden Streuobstbeständen. Hierzu muß der LPK-Band II.5 "Streuobst" herangezogen werden.

Schließlich finden sich im LPK-Band II.15 "Geotope" Aussagen zu Dünen, jedoch mehr aus erd- und heimatgeschichtlicher Sicht und im Hinblick auf das Landschaftsbild.

1.2 Wirkungsbereich

(Bearbeitet von B. Quinger)

Der vorliegende Band kann sich nicht nur auf die Sandbiotope im engeren Sinn, also auf die offenen, gehölzfreien oder gehölzarmen Sandflächen sowie auf lichte Sand-Kiefernwälder beschränken. Grundsätzlich stellt immer der vollständige Sandrasen-Lebensraum die zentrale Pflegeeinheit dar. Diesem Komplex gehören neben den Sandrasen vegetationsarme und vegetationsfreie Sandstandorte wie Dünen, Sandabbau und dergleichen an. Säume, Gebüsche und Wäldchen innerhalb einer Sandrasenfläche sind Bestandteil des vollständigen Sandrasen-Lebensraumes. Dasselbe gilt für die die Strauchmäntel und Waldränder an der Peripherie eines Sandrasens. Die Behandlung solcher mit einem Sandrasen verwobenen Trockengebüsche und Trockenwälder muß auf die Pflege der offenen Rasenflächen hin abgestimmt sein, um Widersprüche in der Pflegezielsetzung zu vermeiden. Es sind in diesem Zusammenhang zum Beispiel folgende Probleme zu klären:

- Wie weit soll und darf die Sandrasen-Bestandespflege in das Innere angrenzender Trockenwälder hineinreichen?
- Welche Randstrukturen sind zu fördern, welche nicht (gradlinige oder unregelmäßig gewundene Ränder, scharfe Randausprägung oder allmähliche Übergänge)?
- Inwieweit erhöhen randliche Gehölze das Sukzessionspotential? Bei Brache oder Unternutzung werden Ablauf und Geschwindigkeit der

Sukzessionsprozesse von Lage und Menge der Gehölzvorkommen stark beeinflusst.

- Üben randliche Gehölze Schutzfunktionen für die Magerrasen aus? Werden zum Beispiel durch Lufttransport zugewehrte Nährstoffe ausgefilitert?

Das Ausschalten von unerwünschten Eutrophierungen verlangt es, umliegende Agrarflächen so weit in die Pflege- und Entwicklungsplanung miteinzubeziehen, wie erkennbare Schädigungen für den betreffenden Sandrasen-Lebensraum von ihnen ausgehen. Die zur wirksamen Abpufferung notwendigen Flächen dürfen bei der Erstellung sinnvoller Pflegekonzepte nicht ausgeklammert werden.

Die heute zumeist völlig ungenügende Größenausdehnung und die starke Verinselung stellen das langfristige Überleben der Lebensgemeinschaft Sandrasen praktisch überall in Bayern in Frage (s. Kap. 1.11.3.4, S.103). Erweiterungen und Wieder-Verbunde von Sandrasen und oligotrophen Sandfluren über Wiederherstellungsmaßnahmen sind daher dringend erforderlich. Hierzu muß das Augenmerk auf die potentiellen Magerrasen-Standorte (i. S. von SCHIEFER 1984: 56 ff.) gerichtet werden, auf denen sich grundsätzlich die Sandrasen-Lebensgemeinschaften einstellen können.

Hinweise auf die Eignung von Sandgruben oder Trassen für die Neuschaffung von Sandrasen dürfen dem vorliegenden Band nicht fehlen. Wie die Gestaltungs- und Entwicklungsplanung in den Abbautopon und auf den Trassen jedoch im einzelnen

vonstatten gehen kann, wird in den dafür vorgesehenen LPK-Bänden ausgeführt (vgl. Kap. 1.1.3). Ebenso wird die Problematik der Dünenpflege sowohl im Sandrasen- als auch im Geotop-Band behandelt (vgl. ebenfalls Kap. 1.1.3).

1.3 Standortverhältnisse

(Bearbeitet von B. Quinger)

1.3.1 Wasserhaushalt

Sandböden weisen vielfach schon nach kurzen Trockenperioden einen angespannten Wasserhaushalt auf. Der sehr hohe Anteil an Grobporen und die geringen Mittel- und Feinporenanteile im Boden bewirken, daß ein großer Teil des Niederschlagswassers als Sickerwasser den oberen, durchwurzelten Bodenschichten entzogen und dem Grundwasser zugeführt wird. Nur sehr geringe Mengen bleiben als pflanzenverfügbares Haftwasser zurück (vgl. Abb. 1/1, S. 21). Ein Teil des Haftwassers wird als "nicht verfügbares Haftwasser" so fest an die Bodenpartikel gebunden, daß die Saugkraft der Wurzeln nicht ausreicht, um es aufzunehmen.

Reine Sandböden sind daher in den humiden Klimaten Mitteleuropas edaphisch trockene Standorte (vgl. WALTER 1984: 139). Die geringe Wasserkapazität der Sandböden wirkt sich vor allem in den relativ niederschlagsarmen, sommerwarmen, kontinental getönten Beckenlandschaften Süddeutsch-

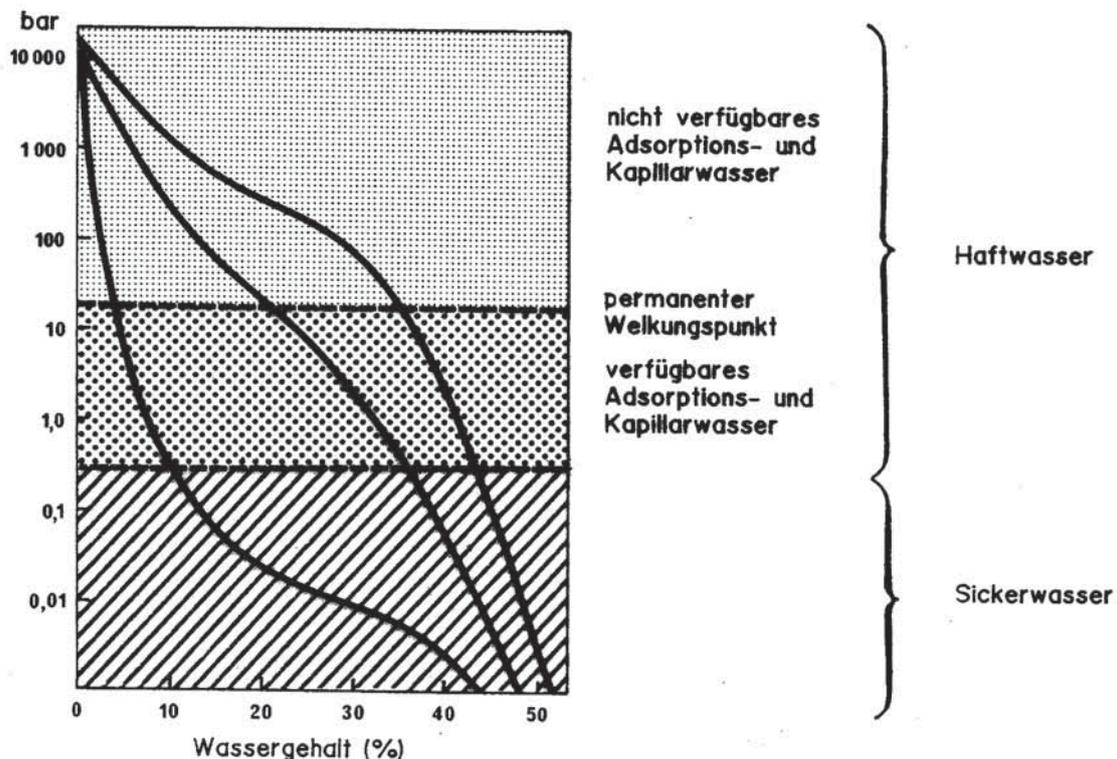


Abbildung 1/1

Grenzwerte für die Verfügbarkeit des Wassers in Sandböden (nach KRATOCHWIL & SCHWABE 1984: 15)

lands - etwa in der nördlichen Oberrheinebene, im mittleren und unteren Maintal oder im Regnitzbecken - limitierend auf die Anzahl der existenzfähigen Pflanzenarten aus.

Wegen ihrer Grobporigkeit sind Sandböden andererseits in ihren tieferen Schichten sehr gut vor Austrocknung geschützt, da die Kapillarkontakte zu den schnell austrocknenden, oberflächennahen Sand-schichten sehr leicht abreißen.

Erhöhend auf die Wasserkapazität der Sandböden wirkt sich die Zunahme des Humusgehaltes aus. Mit zunehmender Sukzessionsdauer wird in den oberflächennahen Bodenschichten Humus angereichert. Die humusreicheren Böden der Grasnelkenrasen neigen daher nach VOLK (1931) weniger zur Austrocknung als die humusarmen Böden der Silbergras- oder der Schillergrasflur.

1.3.2 Strahlungs- und Temperaturhaushalt, Bestandesklima

Die spärliche Vegetationsbedeckung trägt zu dem extremen Strahlungs- und Temperaturhaushalt der Sandfluren bei. Die hellen, vegetationsfreien Sande zeichnen sich durch ein sehr hohes Rückstrahlvermögen (Albedo) aus, das nahezu 40 % der Gesamtstrahlung (KRATOCHWIL & SCHWABE 1984: 12) ausmachen kann. Der spezifische Strahlungshaushalt der Sandfluren verursacht Temperaturextreme mit sehr rascher Erhitzung und Abkühlung.

1.3.3 Nährstoffversorgung

Sandrasen zeichnen sich durch eine geringe bis sehr geringe Nährstoffversorgung aus. Für die drei Schlüssel-nährstoffe **Stickstoff**, **Phosphor** und **Kalium** ergibt sich im einzelnen folgendes Bild.

Zur **Stickstoff**-Mineralisation der Sandrasen liegen aus jüngerer Zeit Untersuchungen von JECKEL (1984: 133 ff.) vor. Pro Hektar und Jahr konnte JECKEL in Silbergrasfluren (SPERGULO-CORYNEPHORETUM) eine N-Nachlieferung bis zu 23,5 kg, in Nelkenhafer-Gesellschaften (THERO-AIRION) von 25-40 kg, in trockenen Sandgrasnelkenrasen zwischen 20 und 55 kg feststellen. Die für Sandgrasnelkenrasen ("DIANTHO-ARMERIETUM") ermittelten Werte entsprechen somit in etwa jenen von Kalk-Halbtrockenrasen, für die GIGON (1968: 53 ff.) etwa 20-30 kg pro ha und Jahr bestimmte. In den Silbergrasfluren ist die Stickstoff-Mineralisation deutlich niedriger als im MESOBROMION. Die N-Mineralisationsraten in Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen und erst recht in Silbergrasfluren erlauben es also, von "Sandmagerrasen" zu sprechen.

Die im Vergleich zu Silbergrasfluren größere N-Mineralisation in den Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen hängt mit den höheren Humusgehalten zusammen. Zwischen Humusarmut und schlechter Nährstoff- und Wasserversorgung besteht ein direkter Zusammenhang (JECKEL 1984: 139). Die vorhandenen Humus-Kolloide fungieren als Ionen-Austauscher, die in den ton- und schluffarmen Sandquarzböden somit als wichtigstes Nährstoffdepot gelten

können. Eine Folge der höheren Humusgehalte in den Sandgrasnelkenrasen im Zusammenhang mit ihrem Nährstoffhaushalt ist zugleich, daß eingewehete Nährstoffe dort leichter gebunden werden als in der Silbergrasflur. Eutrophierungen wirken sich dort daher nachhaltiger aus. Sehr bemerkenswert ist, daß in den von JECKEL untersuchten Sandrasen die N-Mineralisation in erster Linie als Nitrifikation (NO_3) und nicht als Ammonifikation (NH_4) erfolgte. Hierin ähneln die Sandrasen den Kalk-Halbtrockenrasen (MESOBROMION), nicht jedoch den bodensaurigen Magerrasen (NARDION), die zahlreiche NH_4 -Pflanzen beherbergen. In diesen Sachverhalt fügt sich, daß die Sandgrasnelkenrasen in ihrer Artenzusammensetzung mehr Gemeinsamkeiten mit dem MESOBROMION als mit dem NARDION zeigen (JECKEL 1984).

Die **Phosphor**-Gehalte in den Sandrasen sind nach den Meßergebnissen von JECKEL (1984: 188) niedrig. Sie lagen in den Probeflächen von JECKEL noch deutlich unter den Werten, die DIERSCHKE (1974) für Enzian-Schillergrasrasen (GENTIANO-KOELERIETUM) im südniedersächsischen Bergland ermittelte.

Entsprechend seiner wesentlich höheren Bodenbeweglichkeit auf Sandböden wird **Kalium** viel leichter als Phosphor ausgewaschen (vgl. KLAPP 1971: 178). In Sandböden beträgt der Gehalt an austauschbarem Kalium meist weniger als 100 ppm (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976: 217). Wegen der niedrigen Gehalte an Tonmineralen ist auch das K-Fixierungsvermögen der Sandböden nur gering. Bei ihren Aushagerungsversuchen auf frisch-feuchten Sandböden mit einem POO-LOLIETUM als Ausgangsvegetation ermittelten OOMES & MOOI (1985: 65) Kalium als produktionslimitierenden Faktor.

1.3.4 Geologische und geomorphologische Grundlagen

1.3.4.1 Geologie

Unter Sand versteht man Mineralkörner von einem Durchmesser zwischen 0,063 mm und 2 mm. Sande mit Korngrößen von 0,063 mm bis 0,2 mm gelten als Feinsand, solche von 0,2 mm bis 0,63 mm als Mittelsand, gröbere als Grobsand. Korngrößenfraktionen geringeren Durchmessers als 0,063 mm werden als Schluff bzw. Ton (unter 0,002 mm) bezeichnet, solche mit Durchmessern über 2 mm als (Fein) Kies oder, falls eckig-kantig, als Grus (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976). Sandvorkommen sind meist aus verschiedenen, auch nichtsandigen Korngrößenfraktionen (Ton, Schluff, Kies) zusammengesetzt, welche von der Sedimentationsart abhängen. Als Ausnahme müssen die feinkörnigen, recht homogenen Flugsande gelten, die besonders arme Böden bilden.

Unterlage der meisten einheimischen Sandfluren sind Flug- und Terrassensande des Würm- und des frühen Postglazials. Lediglich bodenbürtige Sande wie die Flinzsande des Tertiärhügellands, die dem

Obermiozän zugeordnet werden (vgl. RODI 1974: 151), die Tertiär- und Kreidesandstein-Verwitterungsprodukte im Raum Burglengenfeld und Kallmünz entlang der Naab und der Weißen Laaber sowie die Dolomitsande der Fränkischen Alb (vgl. Abb. 1/2, S. 23) als Verwitterungsprodukte des Dolomits gehören anderen geologischen Epochen an.

Die Flugsande wurden während der letzten Eiszeit aus den Schotter- und Kiesfeldern ausgeblasen und wegen der vorherrschenden westlichen Windrichtungen meistens östlich der Flußläufe abgelagert. Am klarsten zeigen dies der Flugsandstrang östlich Rednitz-Regnitz (Neumarkt-Altendorf-Schnaittach), aber auch die vorwiegend ostseitigen Flugsande des mittleren Maingebietes und die Ries-Sande östlich der Wörnitz.

Die Aufwehung der Flugsande zu Dünen fand mit der postglazialen Wiederbewaldung ein Ende. Eine Wiederaufnahme der Umlagerungsdynamik der Flugsande erfolgte erst im Zusammenhang mit den vom Menschen verursachten Entwaldungen (vgl. PHILIPPI 1970: 49). Die rezenten, nicht festliegenden Dünen, wie sie etwa im Raum Abensberg-Siegenburg, Schrobenhausen (vgl. RODI 1974: 151 ff.) und ansatzweise auch in den nordbayerischen Flug- und Terrassensand-Gebieten, z.B. auf dem Pettstadter Sand (MTB 6131/4) beobachtet werden können, sind ohne Ausnahme anthropogen.

Als Kontakt- und Untergrundssubstrate für die Flugsande treten nicht nur Schwemmsande, sondern auch z.T. grundwassernahe, quarzdominierte Fein- und Mittelkiese auf, so z.B. zwischen Abensberg und Kelheim oder in Grub bei Weiden. In anthropogenen Bodenöffnungen können hier ebenfalls sandflurähnliche Bedingungen herrschen.

In gewissem Umfang bilden sich auch heute noch Schwemmsandssubstrate durch Hochwasserübersandung, so z. B. an der Ilm und Paar, entlang des Mains zwischen Bamberg und Haßfurt, besonders schön an der Unkenbachmündung bei Grafenrheinfeld, lokal auch längs der Regnitz-Rednitz (Hainberg, Pettstadt). Sowohl geomorphologisch als auch biologisch bedeutsam sind die dabei letztmals beim Frühjahrshochwasser 1988 überformten Sandrippeln mit ihrem kleinteiligen Feuchtemosaik, so etwa am südlichen Mainufer bei Viereth (Lkr. Bamberg).

Als Sonderfall sei die Bildung solcher Sandrippeln als ufernahe Strukturen im Bereich von Auwaldresten des Regnitz-Main-Systems erwähnt, weil der Kleine Gelbster, *Gagea minima*, auffallende Bindung an diesen Strukturtyp zeigt. Diese Bereiche gehören jedoch angesichts ihres hohen Nährstoffgehalts und auch Schluffanteils nicht mehr zu den Sandstandorten im hier umrissenen Sinn.

Ein Typisierungsversuch der bayerischen Sandstandorte nach Entstehung, Formenschatz und Öko-

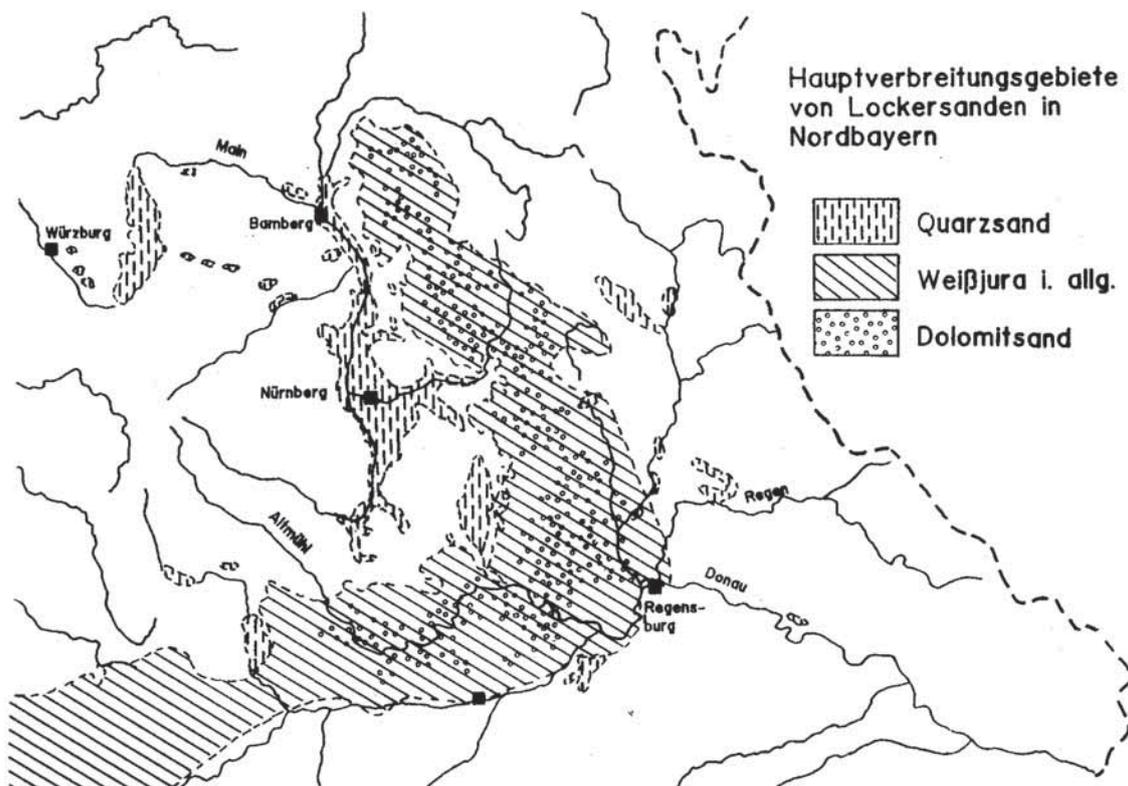


Abbildung 1/2

Lage der Quarzsand- und der Dolomitsand-Gebiete in Bayern (HOHENESTER 1960:32)

top-(Mikrochoren-)Aufbau wird im LPK-Band II.15 "Geotope" vorgenommen.

1.3.4.2 Substratdifferenzierung der Sandfluren

Im Hinblick auf ihre Mineralstoff- und Basengehalte bieten die Sandfluren in Bayern ein uneinheitliches, stark regionenspezifisches Bild. Das Spektrum erstreckt sich von den kalkreichen, feinkörnigen Terrassensanden des mittleren Maingebietes bis hin zu extrem nährstoff- und basenarmen Flugsanden des östlichen Regnitzbeckens oder Quarz-Grobsanden in der Oberpfalz. Mischtypen mit Anteilen kiesiger Komponenten finden sich in Bereichen abwechselnder äolischer und fluviatiler Umlagerung.

Vom Mineralbestand her am ärmsten sind reine Quarzsande, wie zum Beispiel die Pleinfelder Sande im mittelfränkischen Sandsteinkeuper, die Flugsande des Rednitzbeckens und der Oberpfalz. Feldspatführend, jedoch weitgehend kalkfrei sind die Terrassensande des mittleren und südlichen Rednitzbeckens. Regnitzabwärts der Wiesentmündung ab Forchheim treten zunehmend Kalkbeimengungen auf. Der Kalkanteil steigt gradientenartig zu den Mainsanden hin allmählich an (vgl. HOHENESTER 1960: 33). Glimmerbeimengungen und somit günstigere Adsorptionsverhältnisse zeichnen die Abensberger Sande bei Kelheim aus. Von Bedeutung für den Nährstoffhaushalt von Sandböden sind neben der Mineralstoffzusammensetzung die Korngrößen und die Korngrößenverteilung der Sandkörner. Bei identischem Mineralbestand ist die Mineralstoffversorgung der Vegetation in Feinsanden wegen der vergrößerten Oberflächensumme aller Bodenteilchen besser als in Grobsanden.

Die Substrateigenschaften der Sandfluren werden nicht nur durch das Ausgangsmaterial, sondern auch durch das Lokalklima modifiziert. Ebenso wie im Mainzer Sand (vgl. LÖTSCHERT & GEORG 1980) und der Schwetzingen Hardt (vgl. PHILIPPI 1971a) begünstigt auch im mittleren Maingebiet der zeitweise aufsteigende Bodenwasserstrom im niederschlagsarmen Klima (500-600 mm im Jahresmittel) den Kalkreichtum. Dagegen sind Sandfluren in vergleichsweise niederschlagsreichen Gegenden oft extrem nährstoff- und basenarm, da sie dort einer stärkeren Auswaschung unterliegen. Dies gilt zum Beispiel für die Flugsande des Oberpfälzer Hügellandes um Grafenwöhr, Weiden und Bodenwöhr.

Je weniger Sandverlagerungen auf die Vegetation einwirken, um so stärker bestimmen die verfügbaren Mineralstoff- und Basenvorräte die Artenzusammensetzung der Sandrasen (mit). Während sich sowohl auf relativ basenreichen wie auch auf extrem basenarmen, stark bewegten Flugsanden - wenn auch floristisch voneinander etwas unterschiedliche (vgl. HOHENESTER 1967a: 17 f.) - Silbergrasfluren (*CORYNEPHORION CANESCENTIS*) entwickeln, können die Folgegesellschaften der stärker konsolidierten Sande bereits verschiedenen Assoziationen angehören.

1.3.5 Standortfaktor Wind

Für den Sondercharakter der Sandrasen ist in besonderem Maß ein mechanischer Standortfaktor verantwortlich: die durch geringe Bindigkeit (Kohärenz) verursachte leichte Verwehbarkeit der Bodenteile. In den beweglichen und windexponierten Sandfluren wirken sich das bei Wind auftretende "Sandstrahlgebläse" und die dadurch bedingten Übersandungen selektierend und limitierend auf die Flora und Fauna aus.

1.4 Pflanzenwelt

(Bearbeitet von B. Quinger unter Mitwirkung von N. Meyer)

Das Kapitel "Pflanzenwelt" stellt nicht nur ein zentrales Grundlagen-Kapitel dieses Bandes dar. Über den Sandrasen-Band hinaus ist es bedeutsam für die LPK-Bände II.5 "Streuobst", II.11 "Agrotopen", II.16 "Leitungstrassen" und II.18 "Kies, Sand- und Tongruben". Sandrasen-artige Vegetationsbestände kommen in diesen vier im LPK behandelten Lebensraum-Typen vor. Das Kapitel Pflanzenwelt wird in diesem LPK-Band in drei Unterkapitel aufgegliedert.

- Im **Kapitel 1.4.1** (S.24) erfolgt eine Darstellung der pflanzenökologischen und pflanzengeographischen Grundlagen zu den Sandrasen. Es hat daher einen eher allgemeinen Charakter.
- **Kapitel 1.4.2** (S.27) beschäftigt sich mit der Ökologie und der Bestandesdynamik einiger ausgewählter, vom Aussterben bedrohter oder stark gefährdeter Sandrasen- und Sandflur-Arten.
- Im **Kapitel 1.4.3** (S.35) werden die Pflanzengemeinschaften zusammengestellt, die in intakten Sandrasen-Lebensräumen anzutreffen sind.

Die Bezeichnungen der Gefäßpflanzen in diesem Kapitel wie im gesamten Band richten sich nach OBERDORFER (1990), die der Moose nach FRAHM & FREY (1987), die der Flechten nach WIRTH (1980).

1.4.1 Pflanzenökologische Grundlagen

Nachfolgend wird ein Überblick über die Anpassungen der Sandflora an den Strahlungshaushalt, an die Trockenheit, an den Sandkornflug und die Überdeckung gegeben (**Kap. 1.4.1.1 bis 1.4.1.3**). Anschließend erfolgt eine kurze Darstellung, wie der Wandel der Standortbedingungen mit Änderungen des Artenspektrums einhergeht (**Kap. 1.4.1.4**, S.26). Schließlich wird auf die potentielle natürliche Vegetation der Sandfluren eingegangen (**Kap. 1.4.1.5**, S.26).

1.4.1.1 Anpassungen an die Strahlungsmenge

Die außerordentlichen Mengen an Sonneneinstrahlung, die in offenen Sandfluren wirksam werden, finden ihren Niederschlag in der Physiognomie der

sandrasenbewohnenden Pflanzen- und Tierarten. Die Mehrzahl der krautigen Sandpflanzen zeichnet sich durch eine silbriggraue, filzige Behaarung oder Bereifung von Stengeln und Blättern aus, die stark reflektierend wirkt. Dieselbe Funktion haben Glashaare der Sandmoose (z.B. bei *Rhacomitrium canescens*, *Polytrichum piliferum*, *Tortula ruralis*), die diese Moose silbrigweiß aussehen lassen. Insgesamt bietet sich die Sandrasen-Vegetation daher in für unsere Breiten ungewohnten, graublauen, silbergrauen und dunkelgraugrünen Farbtönen dar. Lebhaftgrüne Nuancen treten nur im Winterhalbjahr und im Frühjahr hinzu. Die im Herbst oder Winter gekeimten Frühjahrsephemere durchleben in diesen Jahreszeiten ihre vegetative und generative Phase, da Strahlungs- und Wasserhaushalt des Standorts nunmehr geringere Anforderungen stellen. Sie vergehen nach der Samenreife, unterstützt durch die besonderen mechanischen Bedingungen des Standorts, sehr rasch und sind dann im fortgeschrittenen Jahr oft kaum mehr nachweisbar.

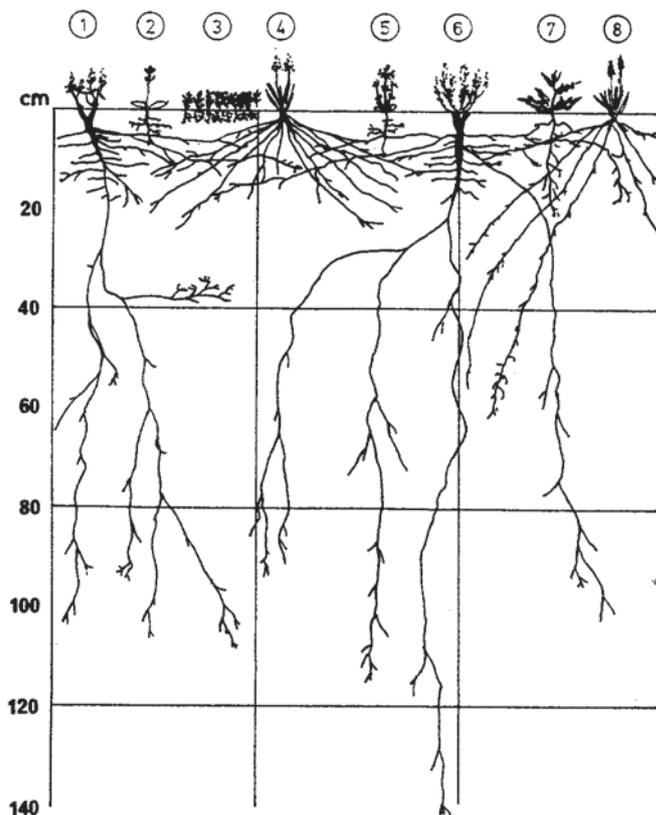
1.4.1.2 Anpassungen an die Trockenheit

Die Sandrasen zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Xerophyten aus. Sie enthalten darüber hinaus auffallend viele Therophyten, die als Früh-

jahrsephemere die sommerlichen Trockenperioden im Samenzustand überdauern. Bestimmte Sandrasen-Stadien sind sehr reich an Trockenmoosen und -flechten, die als poikilohydre niedere Pflanzen nahezu vollständig austrocknen können.

Wie schon VOLK (1931: 145 ff.) in seiner Studie zur Ökologie der Sandvegetation der Oberrheinischen Tiefebene zeigen konnte, führt der scharfe Konkurrenzkampf um das wenige Wasser unterirdisch zur Ausbildung dichtdurchwurzelter Horizonte in der Tiefe zwischen 5 und 30 cm (s. Abb. 1/3, S. 25). Am stärksten durchwurzelte sind somit die humusführenden Sandschichten, die mittels ihrer zur Wasser- und Nährstoffspeicherung fähigen Humus-Kolloide den größten Beitrag zur Wasser- und Nährstoffversorgung der Vegetation leisten.

Charakteristisch für die große Mehrzahl der mehrjährigen Sandpflanzen ist dabei nach VOLK eine Differenzierung des Wurzelsystems in einen waagrecht oder etwas schräg streichenden Teil, der die Hauptwurzelmasse ausmacht, und in einen vertikalen, sich absenkenden Bereich. Den Hauptpart der Wasserversorgung übernehmen die oberen Wurzeln; extreme Trockenperioden werden jedoch mit Hilfe der Vertikalwurzeln überstanden, die in



Wurzelverhältnisse in der *Koeleria glauca*-Assoziation
 1. *Stachys recta* 2. *Draba verna*
 3. *Tortula ruralis* 4. *Weingärtneria*
 5. *Holosteum umbellatum* 6. *Artemisia campestris*
 7. *Erodium cicutarium* 8. *Koeleria glauca*

Abbildung 1/3

Wurzelhorizont in Schillergras-Sandrasen der Schwetzingener Hardt (VOLK 1931: 148). Die Durchwurzelung des Sandbodens konzentriert sich auf den Bereich zwischen 0 und 30 cm Bodentiefe.

Trockenzeiten die zum Überleben notwendige Wasser-Menge aus der Tiefe herbeiführen.

In markantem Kontrast zu dem geschlossenen Bild, das die gleichmäßig dichten Wurzelprofile der Sandrasen bieten, stehen die oberirdisch lückigen Vegetationsstrukturen. Die mittleren Individuenabstände sind sehr hoch. Sie betragen in den von VOLK untersuchten Flächen 30-40 cm, während sie in Wirtschaftswiesen nur wenige Zentimeter messen.

In nordwestdeutschen Grasnelken-Sandrasen konnte JECKEL (1984: 87 ff.) eine noch deutlichere Konzentration der Hauptwurzelmasse auf die obersten Bodenschichten nachweisen. Der Wurzelhorizont ist am dichtesten in einer Tiefe von 5-10 cm entwickelt. In Tiefen unterhalb von 20 cm stoßen nur wenige Pflanzen vor.

1.4.1.3 Anpassungen an Sandkornflug und Überdeckung

Windtransportierte Sandkörner wirken wie kleine Geschosse, so daß im Sandstrahl wachsende Pflanzen sich gegen den Sandkornflug mit stark sklerotisierten und kutinisierten Oberflächen schützen müssen. Übersandungen von mehreren Zentimetern Höhe überstehen nur Pflanzenarten, die in der Lage sind, ihren Sproßscheitel durch Nebenrosetten oder Ausläufer entsprechend nach oben zu verlegen. Eine andere Strategie ist, als Frühjahrsephemere die Zeit geringerer Winderosion und besserer Wasserversorgung zur Samenproduktion zu nutzen, um anschließend die Substratbewegungen zur Verbreitung der Diasporen zu nutzen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Silbergrasrasen als typische Pflanzengemeinschaften der bewegten Sandgebiete sich aus viel weniger Pflanzenarten zusammensetzen als beispielsweise sehr trockene Kalkmagerrasen (XEROBROMION-Ges.). Dem Zusammentreffen der ungünstigen Standortfaktoren nährstoff- und kalkarmer Silbergrasfluren vermögen kaum 25 Phanerogamen-Arten standzuhalten (ELLENBERG 1978: 509).

1.4.1.4 Artenspektrum im Wandel der Standortbedingungen

Mit zunehmender Verfestigung der Sandböden geht ein Wandel der Arten- und Lebensformspektren der Sandrasen einher. Die kryptogamenarmen Silbergras-Bestände (CORYNEPHORETUM TYPICUM) werden von Silbergras-(End)Stadien abgelöst, die sich insbesondere auf nährstoffarmen Sanden durch einen hohen Deckungsgrad an Moosen und Flechten (z.B. CORYNEPHORETUM CLADONIETOSUM) auszeichnen. Wird das Maß der Sandumlagerungen entsprechend gering, so vermögen sich Straußgras (*Agrostis tenuis*, *A. coarctata*) oder Schafschwingel (*Festuca ovina* s. str., *F. duvalii*, *F. trachyphylla*, *F. guesstfalica*, *F. tenuifolia* u.a.)-reiche Grasfluren durchzusetzen. Das Artengefüge der von Straußgras- oder Schafschwingel (*F. ovina* agg.)-Arten beherrschten Sandgrasfluren ist bereits weniger durch die Wirkungen des bewegten Sandes bestimmt als vielmehr ein Abbild der jeweils vorhan-

denen Basen- und Nährstoffausstattung. Den Magerrasen festliegender, kohärenter Böden sind sie floristisch bereits stark angenähert. Aus diesem Grunde wird das ARMERIO-FESTUCETUM TRACHYPHYLLAE von OBERDORFER & KORNECK (1978: 155 f.) zur Klasse FESTUCO-BROMETEA gestellt.

1.4.1.5 Die potentielle natürliche Vegetation der Sandfluren

Als potentielle natürliche Vegetation der Quarzsand-Standorte der Flugsand- und Terrassensandgebiete Süddeutschlands können nahezu ausnahmslos Wald-Pflanzengemeinschaften gelten. Primäre Sandrasen wären in einer Naturlandschaft allenfalls als äußerst seltene Erscheinungen zu erwarten.

1.4.1.5.1 Zur natürlichen Bewaldung der Sandfluren

Als potentielle natürliche Vegetation werden für die süddeutschen Binnensand-Gebiete recht unterschiedliche Wald-Pflanzengemeinschaften vermutet. Das Spektrum reicht in Abhängigkeit von den spezifischen Standorteigenschaften der Sande und des Lokalklimas von Kiefernwäldern, in denen andere Baumarten neben *Pinus silvestris* nur geringe Bedeutung erlangen, bis hin zu Trocken-Buchenwäldern. Selbst für trockene Flugsand-Standorte der Schwetzingen Hardt, die im Jahresmittel etwa 630 mm Niederschlag bezieht, hält PHILIPPI (1970:76 f.) Waldbestände als Schlußgesellschaft für natürlich, die von der Rotbuche dominiert werden. Für diese Annahme sprechen Laubwaldreste mit Rotbuchenvorkommen. In den in der Schwetzingen Hardt vorherrschenden Kiefernforsten verjüngt sich die Rotbuche überaus gut, selbst auf trockenen Dünenkuppen kalkreicher Feinsande zeigt sie in regenarmen Sommern kaum Trockenschäden. Die Kiefer dürfte von Natur aus auf den Sanden des Oberrheingebietes nicht über die Rolle eines Pioniergehölzes hinauskommen (PHILIPPI 1970: 84).

Die Sandgebiete des mittleren Maingebietes und des nördlichen Rednitz-Regnitz-Beckens beziehen etwas geringere Niederschlagsmengen/Jahr und zeichnen sich zudem durch kältere Winter aus; sie sind daher wohl weniger buchenfreundlich. Auf nicht zu schluffarmen Sanden mit ausreichender Basenversorgung des mittleren Maingebietes bilden nach ZEIDLER & STRAUB (1967: 116) Fingerkraut-Eichenwälder (POTENTILLO-QUERCETUM) die Schlußgesellschaft. Für nährstoffarme, "reine" Flugsande nehmen ZEIDLER & STRAUB (1967: 91 ff.) Waldgesellschaften mit Kiefer als Bestandteil der potentiellen natürlichen Vegetation an. Als wenigstens kleinflächig auftretende natürliche Kiefernwald-Gesellschaften sind in diesem Raum Weißmoos- (LEUCOBRYO-PINETUM) und Haarstrang-Kiefernwälder (PEUCEDANO-PINETUM) vorhanden.

Auf den Flugsanden des Rednitz-Regnitz-Beckens und des Abensberger Raumes vermutet HOHENESTER (1960: 60 ff.) ebenfalls Schlußgesellschaften mit Föhrenbeteiligung oder Föhrendominanz.

Auf den Quarz-Grobsanden der Oberpfalz hält LUTZ (1950: 81 ff.) Flechten-Preiselbeer-Kiefernwälder für natürliche Schlußgesellschaften, denen sich wegen der Ungunst der standörtlichen Verhältnisse kaum andere Baumarten beizumischen vermögen.

Der Hintergrund der unterschiedlichen Einschätzung der potentiell natürlichen Vegetation extremer Sandstandorte ist die Zunahme der Kontinentalität des Klimas gegen Osten. Heißere Sommer und strengere Winter begünstigen insgesamt Eiche und Kiefer gegenüber der Buche. Allerdings sind auch die jahrhundertelange Streunutzung und Waldweide mit der dadurch bedingten Standortdegradation sowie die ausgeprägte Rohhumusbildung, verbunden mit Podsolierung, ein gewichtiger Grund für die Förderung armer Kiefernwälder auf derartigen schwach nachschaffenden Standorten.

1.4.1.5.2 Sandrasen als Bestandteil der potentiellen natürlichen Vegetation

Sämtliche Sandrasen, die an ebenen oder nur schwach geneigten Standorten im mitteleuropäischen Binnenland größere Flächen einnehmen, rühren von menschlichen Bewirtschaftungen, Nutzungen oder wenigstens +/- regelmäßig erfolgenden Eingriffen her. Als Bestandteil der potentiellen natürlichen Vegetation kommt ihnen eine verschwindend geringe Bedeutung zu.

Zur natürlichen Vegetation gehören sie nur an steilen Uferabbrüchen von Flüssen (vgl. PHILIPPI 1971a: 93). Als Primär-Standorte von Sandrasen-Pflanzen kommen auch Sandanrisse von steilen Terrassensandböschungen in Betracht, wo der Wald natürlicherweise etwas aufgelichtet, und kein geschlossenes Kronendach entwickelt ist.

Natürliche Sandrasen könnten entlang der Rednitz, Regnitz und des Mains an Stellen existiert haben, wo im Bereich der Flugsandablagerungen und der Terrassensande des Mittelfränkischen Beckens steile, nachrutschende Prallhänge herausgespült wurden. Primäre Sandrasen gab es möglicherweise auch an den Ufern des Mains zwischen Schweinfurt und Kitzingen, ebenso an der Sulz und an der Abens, die durch Flugsand-Gebiete fließen.

Leider lassen sich in Süddeutschland heute nirgendwo mehr primäre Sandrasen an den Flußläufen studieren, da in den Flug- und Terrassensandgebieten sämtliche Flüsse derart reguliert und verbaut sind, daß geeignete Standorte hierfür nicht mehr vorhanden sind.

Über die Flora, die Struktur und die Beschaffenheit der natürlichen Sandrasen an Flußböschungen in Mitteleuropa sind nur Spekulationen möglich. Inwieweit die heutigen Sandrasen im Hinblick auf ihr Artenspektrum als anthropogen bewertet werden müssen, läßt sich wohl nicht mehr sicher aufklären. Wenigstens einem Teil der süddeutschen Sandrasen-Arten kann man allerdings mit guten Gründen nur den Status als Archäo- oder gar Neophyten zuweisen (vgl. hierzu PHILIPPI 1971a: 94 ff.). Bei einigen Vertretern der Kalk-Sandrasen wie *Kochia laniflora*

und *Onosma arenarium* läßt sich eine angenommene Einwanderung in prähistorischer und historischer Zeit zwangloser erklären als ein Überdauern als "praeboreale Kiefernsteppenzeit-Reliktpflanzen".

In dem über 3.000 Jahre währenden Zeitraum zwischen der postglazialen Wiederbewaldung und den neolithischen Rodungen, die die (Wieder)Ausbreitung der Sandrasen sehr begünstigt haben müssen, hätten diese Arten nach PHILIPPI (1971a: 94) kaum überleben können.

1.4.2 Ökologie und Bestandesdynamik einiger ausgewählter, vom Aussterben bedrohter oder stark gefährdeter Sandrasen- und Sandflur-Arten

In diesem Kapitel werden eine Reihe zumindest regional stark bedrohter, nach der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) oft landesweit "stark gefährdeter (Gef. Grad 2)" oder gar "vom Aussterben bedrohter (Gef. Grad 1)" Sandrasen- und Sandflur-Arten auf ihre naturschutz- und pflegerelevanten Eigenschaften hin vorgestellt. In der folgenden Auswahl sind vor allem solche Arten berücksichtigt worden, die sich mit "pauschaler Schemapflege" auf Dauer wohl nicht erhalten lassen. Auf die betreffenden Arten abgestimmte Pflege-Variationen oder bestimmte Zusatzmaßnahmen müssen hinzutreten. In einigen Fällen sind die ausgewählten Arten mitunter für ganze Artengruppen repräsentativ, die sich durch ganz spezielle Bedürfnisse auszeichnen, die bei der Pflegeplanung zu berücksichtigen sind.

Für nur noch an einer oder an zwei Stellen in Bayern vorkommende Arten wie *Androsace elongata* (Langstieliger Mannsschild, bei Irmelshausen/Grabfeld) oder *Jurinea cyanoides* müssen dringend spezielle, auf die lokalen Wuchsort-Verhältnisse hin abgestimmte Hilfsprogramme erarbeitet werden.

Androsace septentrionalis (Nordischer Mannsschild)

(Bearbeitet von Norbert Meyer)

Die in Bayern früher entlang des Mains von Schweinfurt bis Wertheim sowie im Raum Aschaffenburg-Kahl vorkommende Art ist im Gebiet an der Westgrenze ihrer eurasiatisch-kontinentalen Verbreitung. Sie ist für Brandenburg und Sachsen angegeben (HEGI 1925). Die früheren Vorkommen im Rhein-Neckar-Raum sind schon um 1900 erloschen. Die aktuellen Wuchsorte in Bayern nahmen zwischen 1982 und 1991 weiter ab. Vorkommen sind nur noch am Mittleren Main bekannt, insbesondere an zwei Stellen bei Karlstadt und Stetten, einer Stelle südlich Schweinfurt und noch weiteren 4 bis 5 zwischen Fahr und Kitzingen, wobei die beiden Schutzgebiete jeweils einfach gezählt wurden (MEIEROTT 1992 mdl. sowie MEYER 1991). Einen Überblick über die rezente und ehemalige Verbreitung des Nordischen Mannsschildes gestattet die Abb. 1/4 (S. 28). Nach der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) ist *Androsace septentrionalis* "vom Aussterben bedroht (= Gefährdungsgrad 1)".

Die therophytische Art keimt im Herbst und blüht April-Juni. Sie zeigt Selbstbestäubung und Wind-

verbreitung. Ihre Standortansprüche sind nach HEGI (1925) und OBERDORFER (1990) trocken-sandige, kalkarme Böden mit guter Basenversorgung. Die aktuellen Standorte der Art in Bayern liegen auf Flugsandschleiern, Terrassensanden und Dünenanschnitten und lassen sich wie folgt gruppieren:

Vorherrschender Standorttyp:

- Bestandslücken klassischer oder halbruderaler Halbschluß-Sandrasen (Silbergras zurücktretend, vorherrschend Schafschwingel, Mauerpfeffer-Arten, Feld-Beifuß, hoher Therophytenanteil) auf ebener Fläche und an Böschungen (Karlstadt, Schweinfurt, Fahr, Astheim).

- lückige Fahrspuren und verfestigte Wegränder in vergrastem Ackerbrachen (Fahr, Karlstadt).
- temporär auf offener Ackerbrache auf einem Weiden-Quartier (Anpflanzung von *Salix alba vitellina* zum Rebbinden), von Bromus-sterilis-Rasen abgebaut (Sommerach).
- temporär auf offenen Silbergrasrasen im Bereich von Störstellen in Waldrandlage oder auf Schlägen (Albertshofen), von Brombeeren und Schlängelschmiele verdrängt.

Zusatzhabitate im Bereich größerer Vorkommen:

- randlich von benachbarten Halbschlußrasen auf offene Lockersande an Weg- und Abgrabungsböschungen übergreifend (Karlstadt, Fahr).

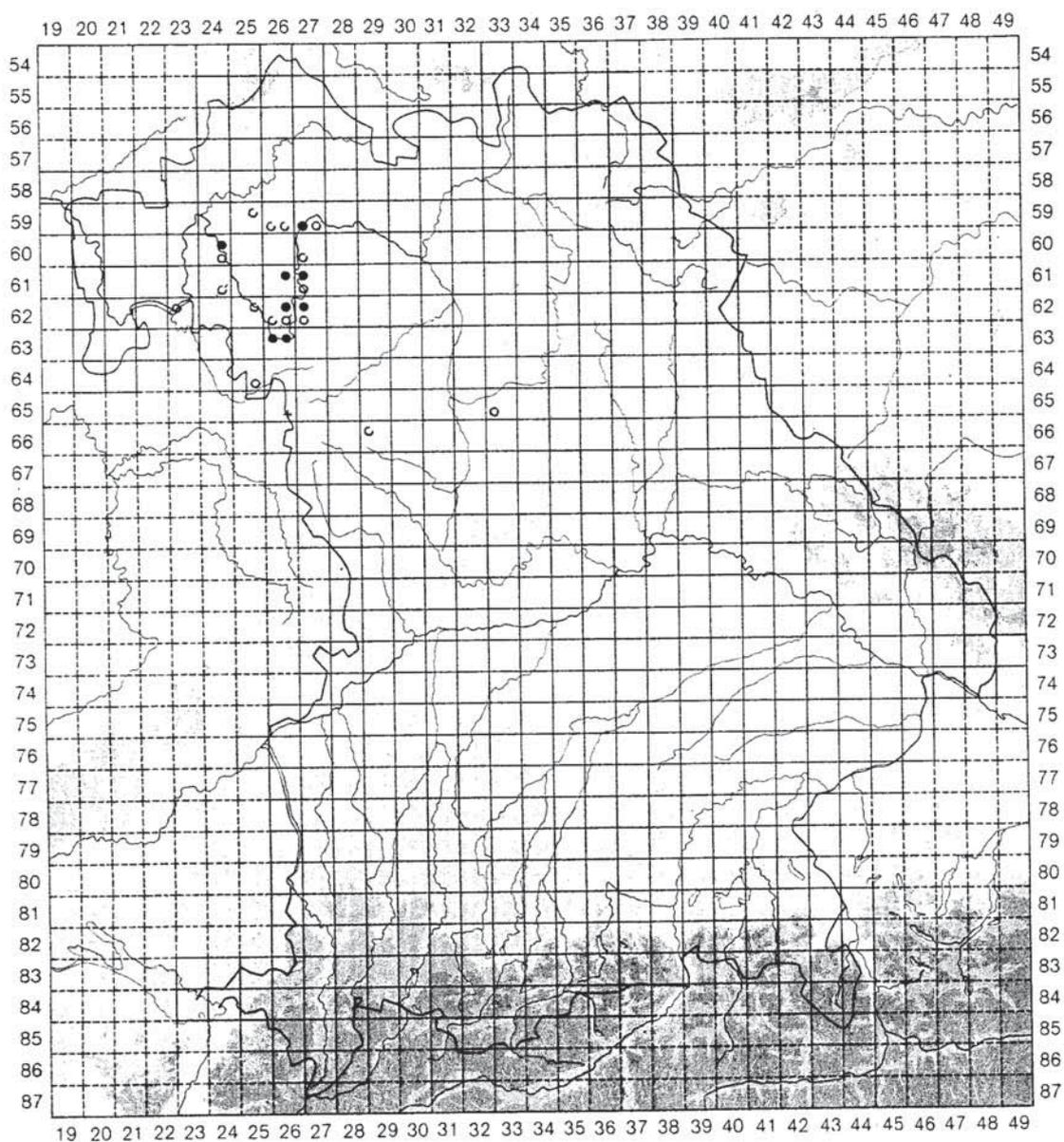


Abbildung 1/4

Verbreitung von *Androsace septentrionalis* (Nordischer Mannsschild) in Bayern. Ähnlich wie die Silberscharte und das Gmelins Steinkraut ist die Art in Bayern auf Sandfluren des Maingebietes beschränkt (aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 1232)

Die Art scheint größere Flächen magerer, lockerer Offensande wie etwa in Abgrabungsflächen weitgehend zu meiden. Ebenso fehlt sie anscheinend in Vollschlußrasen ohne Bestandslücken, während sie im halbgeschlossenen Bestand lichter, therophytenreicher Rasentypen offensichtlich dauerhaft überlebt. Angereichert findet sie sich in Lücken, Störstellen (Wegspuren) und Anrissen im Bereich dieser Halbschlußrasen. Sie schätzt anscheinend Bereiche mit guter Belichtung und Basenversorgung auf eher festgelegten Sanden.

Dies läßt die Vermutung zu, daß die Art auf kleinflächige Verletzungen ihrer Dauer-Habitate, wie sie früher möglicherweise durch Tritt von Weidetieren erfolgten, positiv reagiert. Diese Pflege sollte aber wegen der angespannten Bestandssituation wertvoller Halbschlußrasen im Bereich der bestehenden Vorkommen nur punktuell zur Erhaltung des Status quo erfolgen. Die Bereitstellung kleinflächiger Offenbereiche muß vielmehr auf älteren Sukzessionsstadien im Kontakt dazu, am besten von Hand, erfolgen.

Deutliches Pionierverhalten ist hingegen auf nährstoffreicherem Substrat zu beobachten, wie es auf Umbruchflächen von Sandackerbereichen und im Bereich von besonnten Bodenverletzungen in Waldbereichen mit durchaus nitrophilem Unterwuchs zur Verfügung steht. Das in der Artenschutz-Datei des LfU dokumentierte Auftreten temporärer Massenbestände der Art auf solchen Standorten setzt erhebliches Samenreservoir und langes Überdauern der Diasporen im Boden voraus. Ersteres dürfte sich zu Zeiten von Acker-Weide-Wechselwirtschaft, die für die erloschenen Bestände am Untermain gut dokumentiert ist, oder auch Ackerbau mit Brache aufgebaut haben, wenn auch die aktuellen *Mibora*-Vorkommen ohne Mannschild-Arten sind.

An zurückgehenden oder schon erloschenen Wuchsorten mit degradierter, von Ausläufer- und Horstgräsern abgebauter Brachvegetation wie etwa in weiten Bereichen des NSG Fahrer Sande ist daher Umbruch als Methode zur Regeneration in Erwägung zu ziehen. Folgende Gesichtspunkte sind dabei wesentlich:

- Ob vorherige Entfernung des Rasenfilzes oder Umbruch günstiger ist, hängt von dessen Mächtigkeit ab.
- Der Gefahr der Vernichtung unersetzlicher Restvorkommen von Sandfauna muß durch vorherige Untersuchungen und Beschränkung der Maßnahme auf Teilflächen begegnet werden.

Arnosseris minima (Lämmersalat)

Der dem atlantischen Florenelement zugehörige Lämmersalat tritt in Bayern gern in Sandackerbrachen auf, die an Kiefernwälder angrenzen. Offensichtlich sagt dieser nach der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) "stark gefährdeten Art (Gefährdungsgrad 2)" das an Waldrändern gegenüber reinen Freilandbedingungen weniger "extreme" und "kontinental" getönte Standortklima zu. In den klimatisch rauheren Bereichen Bayerns bilden Sandackerbrachen mit unmittelbar angrenzenden Kiefernwä-

dern die Komplexeinheit, die *Arnosseris minima* zum Überleben benötigt.

In Nordwest-Deutschland gedeiht *Arnosseris minima* dagegen bei reinen Freilandbedingungen. Ein ähnliches Verhalten zeigt der Lämmersalat bereits im Fränkischen Weihergebiet, wo er auch in großer Entfernung von Waldrändern und in Kuppenlage vitale Vorkommen bildet. Zu beobachten ist dort beim Lämmersalat das stete Auflaufen während des Winters. Bis zur Erstspritzung gegen Zweikeimblätfler ist er nachweisbar und vergilbt erst nach dieser Maßnahme.

Die Art ist daher in diesen Bereichen durch gezielte Aufnahme entsprechender Standorte ins Acker-Randstreifenprogramm (vgl. Kap. 5.2.1.2) förderbar.

Chimaphila umbellata (Doldiges Winterlieb)

Das Doldige Winterlieb gedeiht in +/- basen- und mineralstoffreichen, jedoch nährstoffarmen (hinsichtlich N und P), zeitweise austrocknenden, oberflächlich nicht oder nur schwach versauerten Sandstandorten. *Chimaphila umbellata* meidet als Wuchsorte Stellen mit starker Rohhumusbildung. Es gedeiht auf Standorten mit einer zumeist gut entwickelten dicken Mooschicht und Moderhumusbildung, benötigt im Wurzelraum jedoch den Kontakt zum Mineralboden (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 51).

Chimaphila umbellata bildet seine lockeren Trupps am besten bei nur schwacher bis mäßiger Beschattung durch einen lockeren Kieferschirm aus. Geschlossene Kiefernbestände sagen dem Doldigen Winterlieb weniger zu. Bemerkenswerterweise siedelt nach SCHEUERER et al. (1991: 51) das Doldige Winterlieb gerne in unmittelbarer Stammnähe 15- bis 20-jähriger Kiefern in Moosrasen und bildet dort im Vergleich zu offeneren, älteren Kiefernbeständen reichlicher Fruchtstände aus.

Zur Erholung von *Chimaphila umbellata*-Beständen tragen nach SCHEUERER et al. (1991: 52) bei:

- eine behutsame gelegentliche extensive Waldweide;
- das Streurechen auf Flächen mit sehr dicker Rohhumusauflage;
- das Auslichten des Kieferschirms bei vollständigem Kronenschluß;
- die Schonung und Förderung einzelner Jungkiefen am Wuchsort.

Durch Vollschluß der Kiefernwälder, durch die Kiefern-Nadelstreu induzierte Rohhumus- und Trockenmoderbildungen ist das Doldige Winterlieb in den letzten Jahrzehnten in ganz Süddeutschland rapide zurückgegangen (vgl. hierzu PHILIPPI 1990: 374 ff., SCHEUERER et al. 1991: 52).

Der tatsächliche Gefährdungsgrad entspricht leider nicht der in der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) vorgenommenen Einstufung. Mit der Zuordnung "stark gefährdet (Gefährdungsgrad 2)" wird

die gegenwärtige reale Bedrohung nicht angemessen wiedergegeben, sie ist "vom Aussterben bedroht (Gefährungsgrad 1)". Über Lebensraum-Zerstörung oder -Beeinträchtigung hinaus vermutet PHILIPPI (1990: 375 f.) als Ursache für den Rückgang von *Chimaphila umbellata* mit der "Waldsterben-Erkrankung" zusammenhängende Mykorrhiza-Defekte, die zum Verschwinden dieser Pyrolaceae führen.

***Diphasium complanatum* agg.
(Flachbärlappe)**

Das aus *Diphasium complanatum*, *D. tristachyum* und der Zwischenart *D. zeileri* gebildete Aggregat

Diphasium complanatum s.l. besiedelt schwach saure, mäßig saure, mäßig basenreiche bis basenreiche Standorte in Sand-Kiefernwäldern.

Die Flachbärlappe wachsen dort an teilweise beschatteten Verlichtungsstellen zumeist in südlicher Exposition (selten nordexponiert) und bevorzugen humusarme bis mäßig humose Standorte.

Sehr empfindlich reagieren die Flachbärlappe auf den Umbau der Kiefernwälder in Fichtenforste. Im Abensberger Dünenbereich sind gegenwärtig sämtliche *Diphasium*-Vorkommen hiervon akut bedroht (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 55).

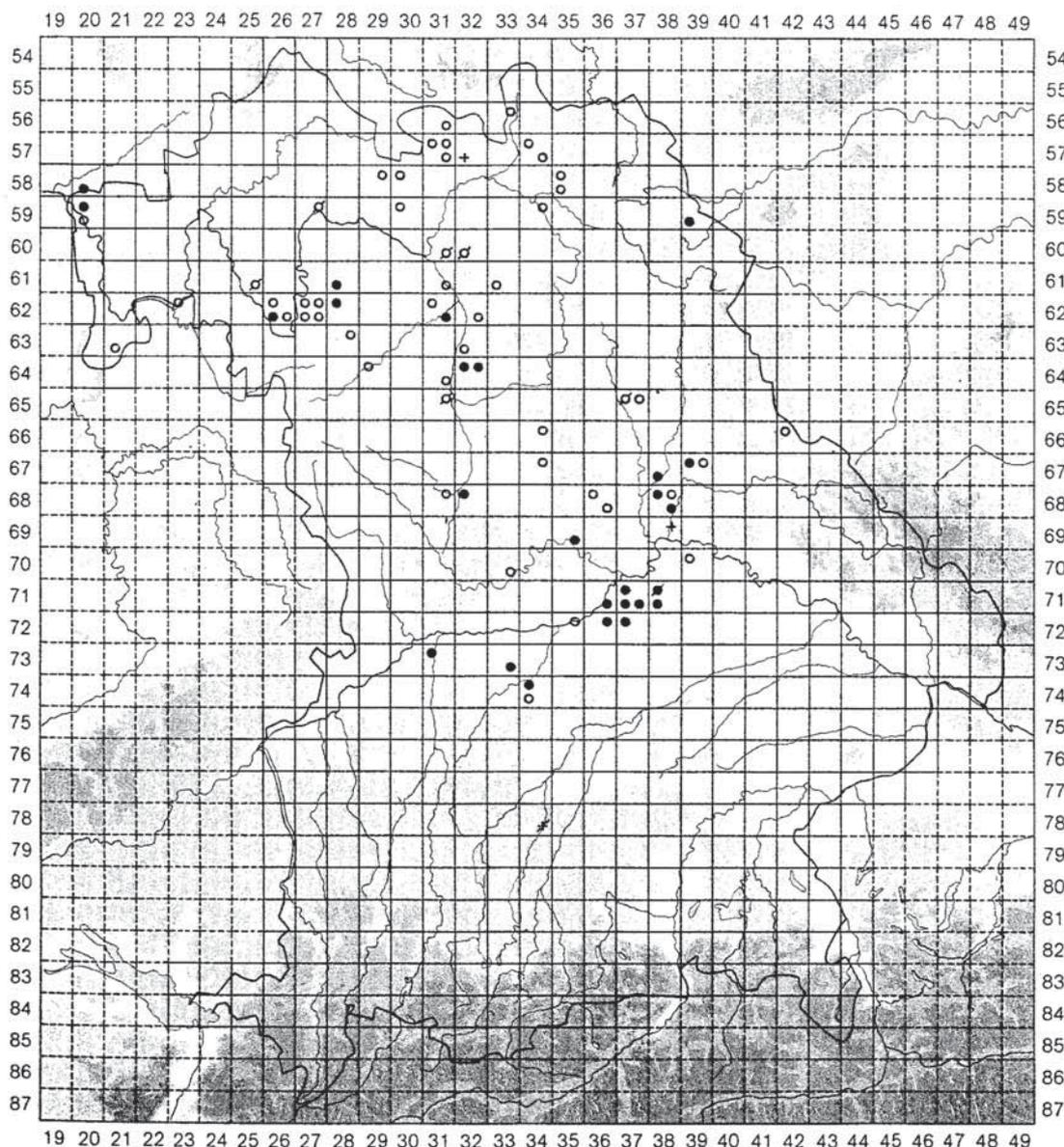


Abbildung 1/5

Verbreitung von *Chimaphila umbellata* (Doldiges Winterlieb) in Bayern aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990: Karten-Nr. 1204)

Zunehmende Beschattung und sich anhäufende Rohhumusdecken begünstigen zudem die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) auf Kosten der Flachbärlappe.

Nach SCHEUERER et al. (1991: 55) lassen sich die *Diphysium*-Arten durch mäßiges Auflichten ihrer Wuchsortbereiche in den Sand-Kiefernwäldern, durch Waldweide, gezieltes Zurückdrängen der *Vaccinium myrtillus*-Bestände, Beseitigung mächtiger Rohhumusdecken usw. fördern.

Die Flachbärlappe werden nach der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) allesamt als "stark gefährdet (Gefährdungsgrad 2)" eingestuft; tatsächlich ist die Gefährdung der einzelnen Kleinarten nach neueren

Untersuchungen der Regierung der Oberpfalz (HERRE 1992, mdl.) recht unterschiedlich.

Helichrysum arenarium (Sandstrohlume)

Optimalbestände dieser sehr stark zurückgegangenen und nach der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) "stark gefährdeten (Gefährdungsgrad 2)" Pflanze sind auf schon +/- konsolidierten Sanden in Halbschluß-Stadien zu beobachten (vgl. Foto 1). *Corynephorus canescens* spielt nur noch eine untergeordnete Rolle, aber auch die *Festuca*- und *Agrostis*-Arten bilden noch keine geschlossenen Rasen. Die Deckung der Feldschicht beträgt zwischen 50 und 70%. Recht dicht und artenreich ist die Krypto-

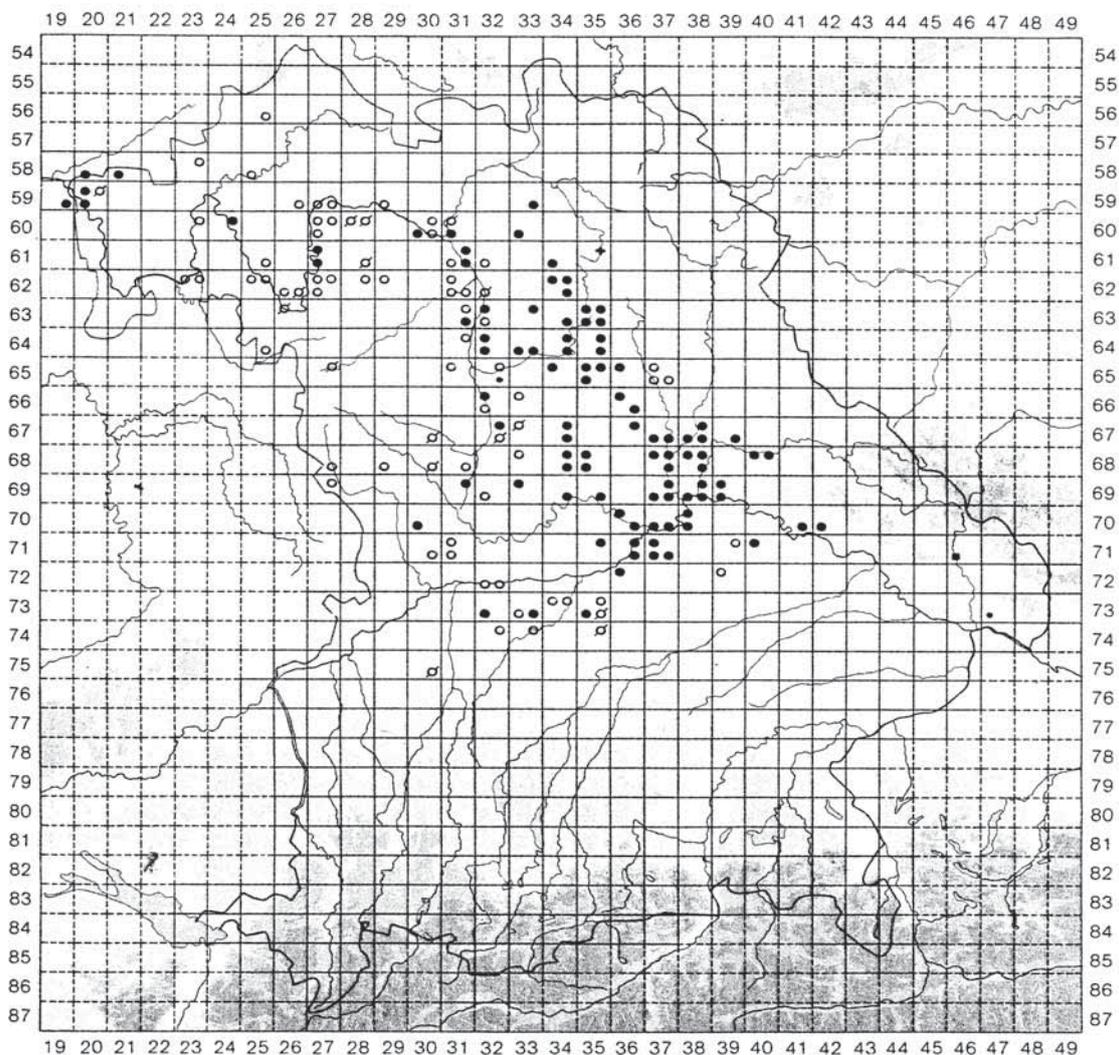


Abbildung 1/6

Verbreitung von *Helichrysum arenarium* (Sandstrohlume) in Bayern. Die Verbreitungskarte gibt nicht mehr die aktuelle Verbreitung (schwarze Punkte!) der Quarzsand-Vorkommen der Sandstrohlume wieder. Gegenwärtig verfügt die Sandstrohlume im gesamten Main-Regnitz-Bereich oberhalb Astheim (6127/3) nur noch über einen Wuchsort im MTB 6131/4 (aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 1707). Die Hauptmenge der in Bayern erhalten gebliebenen Wuchsorte von *Helichrysum arenarium* befindet sich auf Dolomitsand-Standorten der Fränkischen Alb.

gamenschicht entwickelt, was auf nur noch geringfügige Übersandungen und zugleich auch auf eine geringe aktuelle mechanische Störbelastung (Tritt, Befahren) hindeutet. Die bevorzugten Vegetationstypen sind also ähnlich wie bei *Jurinea cyanoides* kryptogamenreiche, relativ grasarme Sandrasen, die als Zwischenphasen im Sukzessionsverlauf vom CORYNEPHORETUM CLADONIETOSUM zum ARMERIO-FESTUCETUM gelten können (vgl. PHILIPPI 1971a: 84 ff.).

Als Extremfaktor solcher Stadien treten nach HOHENESTER (1960: 48 ff.) sehr starke Erwärmungen auf, die durch die verringerte Albedo (dunkle Kryptogamenschicht!) und das Fehlen einer geschlossenen Grasnarbe (diese würde dämpfend wir-

ken) verursacht sind. Nicht zufällig kommen *Jurinea cyanoides*, *Helichrysum arenarium* und auch *Silene otites* als Steppenpflanzen an solchen sich hin und wieder stark aufheizenden Stellen in Sandrasen-Ökosystemen am stärksten zur Entfaltung, während das ozeanische Silbergras (*Corynephorus canescens*) dort kümmerlt.

Zugleich muß jedoch auf Dauer sichergestellt sein, daß sich die *Helichrysum*-Stadien immer wieder aus Silbergrasfluren (CORYNEPHORETUM) heraus entwickeln können, die ihrerseits in ihrer Entwicklung durch Störungen begünstigt werden. Langfristig sind die Steppenpflanzen Sandstrohblume und Silberscharte deshalb in unseren Breiten auf Gedeih und Verderb an das Schicksal des CORYNEPHORE-

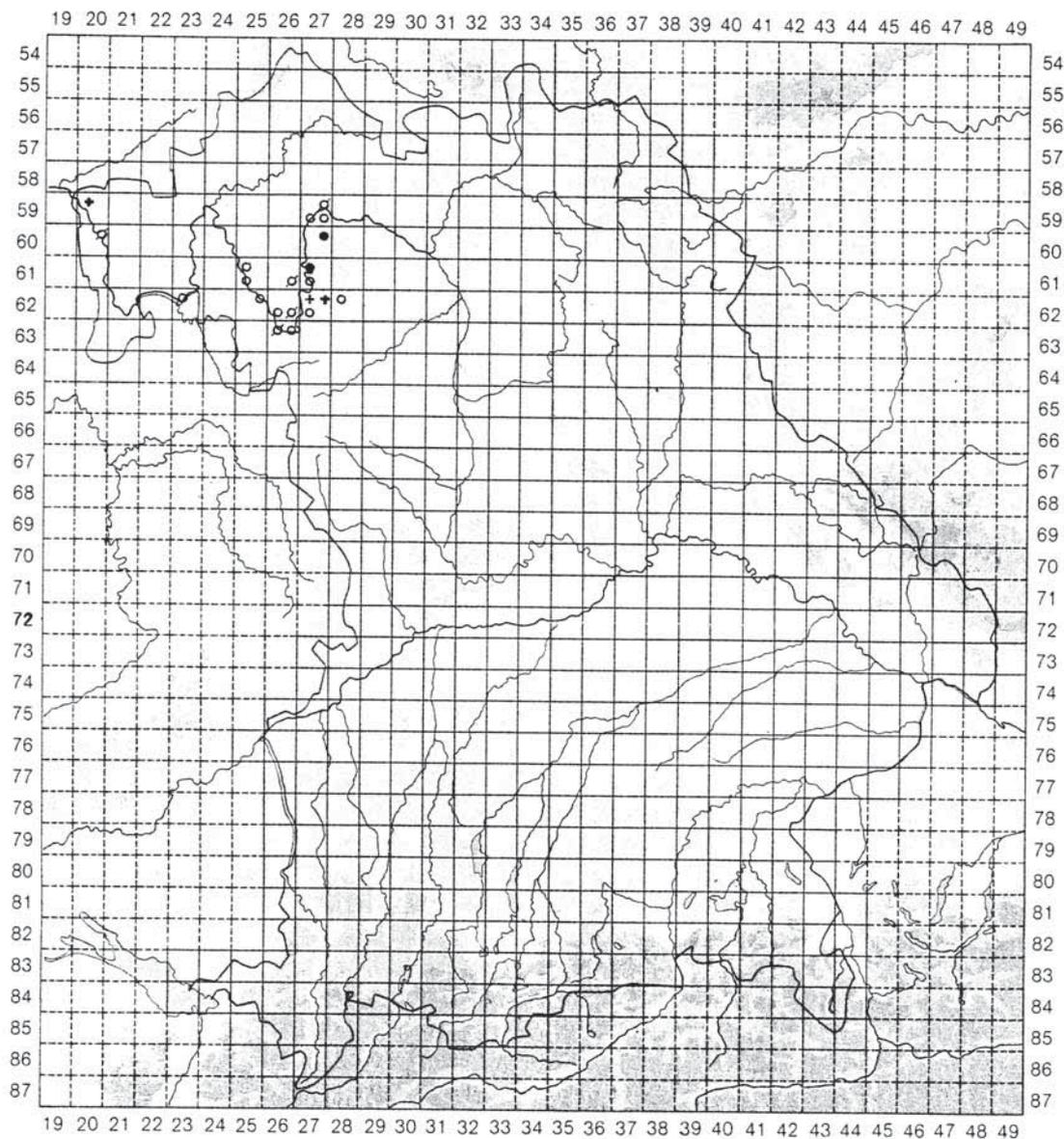


Abbildung 1/7

Verbreitung von *Jurinea cyanoides* (Silberscharte) in Bayern. Der sehr starke Rückgang wird bereits auf der Quadrantenkarte sichtbar (aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 1820).

TUM gekoppelt; sie hängen gewissermaßen im Schlepptau der Silbergrasflur, ohne deren spezifischen Ansprüche zu teilen.

Besonders zu beachten für die Pflegepraxis ist nach Beobachtungen von BRACKELs (1992, mdl.) die Anfälligkeit der Sandstrohlblume gegen Schafbeweidung. ***Helichrysum arenarium* wurzelt nur locker im Sandboden und wird daher von den Schafen ausgerissen statt abgegrast. Eine zeitweise recht konzentrierte bis intensive Schafweide kann daher durchaus einen vehementen Rückgang oder sogar das Verschwinden der Sandstrohlblume in einem Sandrasengebiet verursachen.** Am Standortübungsplatz Hainberg zwischen Nürnberg und Oberasbach, das nach dem Kriege fast durchgehend intensiv durch Schafe beweidet wurde, vermochte sich die Sandstrohlblume lediglich in einer tiefen, heute verfüllten und bepflanzen Sandgrube an der Bahn bei Unterasbach (Nachweis MEIEROTT 1957) zu halten. Nur dort war sie vor dem intensiv wirkenden Schaftritt und -verbiß ausreichend geschützt. Durch die Verfüllung der Grube ist *Helichrysum* am Standortübungsplatz Hainberg mittlerweile ausgestorben.

Tatsächliche oder potentielle Wuchsorte der Sandstrohlblume ertragen nur geringe Belastungen, neben intensiver Schafbeweidung insbesondere kaum den Tritt. Können sich die Kryptogamen-Teppiche durch starken Tritt nicht entwickeln, so bleibt der Art eine Besiedlung der betroffenen Sandrasen verwehrt.

Die von SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990: Karten-Nr. 1820) publizierte Verbreitungskarte (vgl. Abb. 1/6, S. 31) zu *Helichrysum arenarium* gibt die aktuelle Verbreitung der Art auf Quarzsanden nicht mehr zutreffend wieder, da entlang des Mains und im Rednitz-Regnitzbecken gegenwärtig nur noch eine Handvoll von Sandstrohlblumen-Vorkommen existieren. Die weit überwiegende Mehrzahl der bayerischen *Helichrysum arenarium*-Vorkommen ist heute auf Dolomitsand-Standorten der nördlichen und östlichen Fränkischen Alb erhalten geblieben (zum Bestandsrückgang s. auch Kap. 1.11.1.3).

Jurinea cyanoides (Silberscharte)

Die folgende Darstellung richtet sich im wesentlichen nach den Ausführungen von PHILIPPI (1971a: 76 ff.).

Zum Aufkommen verlangt die Art eine geschlossene Moosdecke; sie vermag daher vegetationsfreie Sand-Pionierstandorte nicht zu besiedeln. Die Silberscharte ist daher bezeichnend für "alte" Dünenstandorte, auf "jungen" Standorten fehlt sie. Hat sich *Jurinea cyanoides* einmal etabliert, so vermag sie sich lange zu halten. Eine leichte Beschattung ihres Wuchsortes (z.B. durch benachbarte Kiefernwälder) wird von ihr ertragen.

Auch *Alyssum montanum subsp. gmelinii* und die auf den Sanden des Mittleren Maingebietes vorkommende *Silene otites* entwickeln erst auf kryptogamenreichen Lockersanden Optimalbestände.

Eine gezielte Förderung von Arten wie *Jurinea cyanoides* ist demnach nur möglich, wenn nach mechanischen Eingriffen wie Betreten, Befahren oder gezielten Sandentnahmen über lange Zeiträume (mindestens 5-10 Jahre) Störungen jedweder Art unterbleiben. Nur so können sich die zur Ansiedlung der Silberscharte notwendigen, trittempfindlichen Kryptogamenrasen entwickeln. Bei zu starker Trittbelastung lösen sich diese Rasen wieder auf.

Zu diesen Ausführungen steht nicht im Widerspruch, daß die Silberscharte nach Beendigung ihrer Jugendphase als relativ trittunempfindlich gelten kann und nicht selten an Rändern von Pfaden und Fahrspuren zu beobachten ist.

Die Silberscharte gehört heute zu den seltensten Pflanzenarten Bayerns und ist nach der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) "vom Aussterben bedroht (Gefährdungsgrad 1)". Die Verbreitungskarte von SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990: Karten-Nr. 1820; vgl. Abb. 1/7, S. 32) gibt nicht nur den Bestandeszusammenbruch der Silberscharte in den vergangenen 100 Jahren, sondern indirekt auch die katastrophalen Verluste der kontinental getönten, basenreichen Mainsandrasen in diesem Zeitraum wieder. Sie ist heute auf wenige Standorte im mittleren Maingebiet beschränkt.

Mibora minima (Zwerggras)

Zu den am stärksten bedrohten Pflanzen auf Sandstandorten gehört in der BR Deutschland *Mibora minima*. In Bayern ist die Art nach SCHÖNFELDER (1986) "vom Aussterben bedroht (Gefährdungsgrad 1)" und kommt als Rarität auf den Maintalsanden zwischen Miltenberg und der hessischen Grenze vor. Nach PHILIPPI (1989, mdl.) zeigt *Mibora minima* eine deutliche Bindung an Sandstandorte, die immer wieder, jedoch nicht ununterbrochen, längere Zeit als Äcker genutzt wurden. Gegen Eutrophierung ist *Mibora minima* ebenso empfindlich wie die *Aira*-Arten. Noch stärker als *Arnoseris minima* oder *Aira praecox* ist das dem atlantischen Goelement zugehörige Zwerggras an wintermildes, humides Klima gebunden. Die in der Verbreitungskarte von SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990: Karten-Nr. 2182) (vgl. Abb. 1/8, S. 34) wiedergegebenen Vorkommen des Zwerggrases am Untermain markieren bereist die absolute östliche Arealgrenze der Art.

Pulsatilla vernalis (Frühlings-Küchenschelle)

Durch ganz ähnliche standörtliche Ansprüche auf den Abensberger Sanden wie das Doldige Winterlieb (*Chimaphila umbellata*) zeichnet sich nach SCHEUERER et al. (1991: 48 ff.) die Frühlings-Küchenschelle aus. Sie benötigt ebenfalls nährstoffarme, schwach saure Böden mittlerer bis guter Basenversorgung. Auf Sandböden mit Rohhumusaufgaben kann sie sich nur behaupten, solange der Kontakt des Wurzelwerks zum mineralischen Substrat nicht verloren geht.

Die Jungpflanzen keimen offenbar am besten auf humusarmen, etwas durchfeuchteten Dünen sanden (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 50). Die Verjüngung einer *Pulsatilla vernalis*-Population ist somit nur

gewährleistet, wenn den Keimlingen humusarme, nicht zu trockene (also frische!) Sandrohböden angeboten werden. Die Kiefernüberschirmung darf nur mäßig ausgebildet sein, im Vergleich zu *Chimaphila umbellata* ist die Frühlings-Küchenschelle deutlich stärker lichtabhängig.

Nach SCHEUERER et al. (1991: 51) lassen sich die Dünenand-Vorkommen der Frühlings-Küchenschelle auf folgende Weise fördern:

- gelegentliche, extensive Waldweide;
- Streurechen im mehrjährigen Turnus;
- Auflichten der Kiefernbestände um die aktuellen Fundstandorte;

- Herausnahme von Laubgehölzen aus den Sandkiefernwäldern;
- Schaffung kleinflächiger, offener, humusarmer, wenig austrocknender Stellen als potentielle Keimstandorte;
- Herausnahme von Brombeergestrüppen durch regelmäßiges Abmähen.

An den bestehenden Wuchsorten in den Abensberger Dünengebieten wurde stellenweise von Pflanzenliebhabern im Übereifer der gesamte Bodenbewuchs und der Humus um den Pflanzenstock der *Pulsatilla*-Pflanzen herum abgetragen. Dies führte nach SCHEUERER et al. (1991: 51) wiederholt über

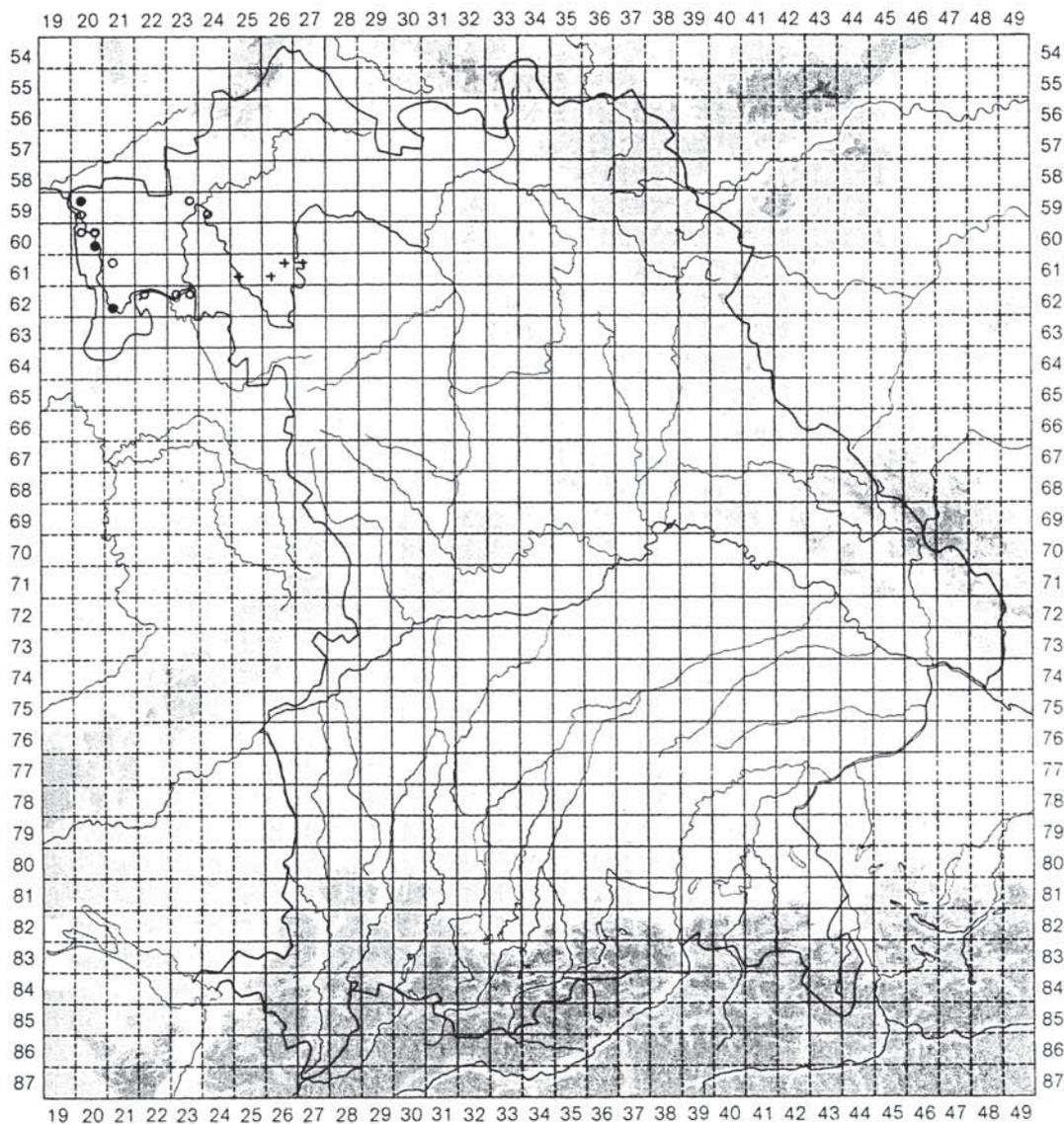


Abbildung 1/8

Verbreitung von *Mibora minima* (Zwerggras) in Bayern. Art offener, nicht eutrophierter Sandbrachen. In Bayern vom Aussterben bedroht (Gef.-Grad 1) (aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2182). Die dem atlantischen Geoelement zugehörige Art erreicht in Unterfranken bereits die Ostgrenze ihres Areals.

die Austrocknung des Wurzelstocks zum Absterben der betroffenen Pflanzen. *Pulsatilla vernalis* benötigt zwar zum Keimen offenen Boden, die Adultpflanzen vertragen jedoch nicht den völligen Humusabtrag.

Die Frühlings-Küchenschelle wird in der RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) zwar noch als "stark gefährdet (Gefährungsgrad 2)" gewertet, die tatsächliche Gefährdungssituation dieser Küchenschellen-Art rechtfertigt jedoch die Zuweisung zur Gefährdungsstufe "vom Aussterben bedroht (Gefährungsgrad 1)". Diese Einstufung ist in der letzten RL der BR Deutschland (KORNECK & SUKOPP 1988) bereits vorgenommen worden.

1.4.3 Die Pflanzengemeinschaften der Sandrasen-Ökosysteme (Bearbeitet von B. Quinger und N. Meyer)

Die einzelnen Segmente eines Sandrasen-Ökosystems werden (abgesehen von den vegetationsfreien Stellen) von physiognomisch und strukturell sehr unterschiedlichen Pflanzengemeinschaften gebildet. Diese Pflanzengemeinschaften sind dabei in ganz unterschiedlicher Weise von menschlichen Eingriffen abhängig und werden von ihnen gefördert, von ihrer Änderung oder Unterlassung jedoch entsprechend ganz spezifisch gefährdet.

Im Rahmen eines Pflege- und Entwicklungsprogrammes zu Sandrasen muß bei der Beschreibung der Pflanzengemeinschaften daher das Schwergewicht auf die Darstellung der Abhängigkeitsverhältnisse vom Menschen gelegt werden. Die Belange des Artenschutzes sind unter diesem Gesichtspunkt zu behandeln. Sehr wichtig ist die Darstellung der syndynamischen Beziehungen zwischen den Sandrasen-Gemeinschaften. Erst die Kenntnis dieser Zusammenhänge gibt dem Pfleger die Handhabe zu gezieltem Management. So kann etwa der Anteil bestimmter erwünschter Strukturbestandteile gezielt erhöht werden, Eingriffe zur Förderung seltener und stark gefährdeter Arten können vorgenommen oder umgekehrt Pflege-Tabu-Zonen ausgewiesen werden, um etwa besonders störungsempfindliche Halbschlußstadien nicht unnötig zu belasten.

Fragen zur Syntaxonomie (Lehre zur Benennung der Pflanzengesellschaften), Synökologie (Zusammenleben), Synchorologie (Lehre zur Verbreitung der Pflanzengesellschaften) usw. können in diesem Band nur gestreift werden. Hier muß auf die weiterführende Literatur verwiesen werden. Die Ökologie der Sandrasen wird ausführlich in der klassischen Arbeit von VOLK (1931), in der Studie von BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP (1965) und von JECKEL (1984) behandelt. **Zur Soziologie der Sandrasen ist die Bearbeitung von KORNECK (1978) richtungswesend; in der Nomenklatur der Pflanzengesellschaften richten wir uns nach dieser Arbeit.** Weitere sehr lesenswerte Abhandlungen zur Soziologie der Sandrasen stammen von KRAUSCH (1968) und JECKEL (1984). Zu den Sandrasen-Regionalmonographien von grundlegender Bedeutung für den süddeutschen Raum gehören insbesondere

die Arbeiten von HOHENESTER (1960/1967a/1967b) und von PHILIPPI (1970/1971a/1971b/1973/1984). Der Vegetation der bayerischen Kiefernwälder auf Sandstandorten widmeten sich LUTZ (1950) und ZEIDLER & STRAUB (1967).

1.4.3.1 Die Frühlingspark-Silbergrasflur (SPERGULO MORISONII-CORYNEPHORETUM CANESCENTIS)

Gut entwickelte Silbergrasfluren des Binnenlandes werden heute (vgl. KORNECK 1978:32) allesamt einer Assoziation, der sogenannten Frühlingspark-Silbergrasflur (SPERGULO-CORYNEPHORETUM) zugeordnet. Die Sandstiefmütterchen-Silbergrasflur (VIOLO-CORYNEPHORETUM) ist auf den Küstenbereich beschränkt und fehlt im Binnenland.

Die Silbergrasflur stellt gewissermaßen die "Kern-Gesellschaft" der Sandrasen dar, denn in ihr findet die ökologische Eigenständigkeit der Sandrasen gegenüber den Kalk- und den Silikatmagerrasen die reinste Form. **Als Zeiger-Gesellschaft humusarmer Lockersande mit vorhandener Umlagerungsdynamik markiert sie bewegte Flugsande mit extrem geringer Kohärenz (Einzelkorngefüge).** Das CORYNEPHORETUM zeigt dabei exemplarisch das Verhalten einer ausdauernden Pioniergesellschaft (mit einigen Therophyten), die sich bevorzugt auf vegetationsfreien, bewegten Rohsandböden ansiedelt. Optimal sagen dem Silbergras hierfür +/- leicht bewegliche Fein- und Mittelsande im Korngrößenbereich von 0,06 - 0,6 mm zu (vgl. BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965: 47).

Die Besiedlung vegetationsfreier Sande durch das Silbergras geschieht über verwehte Samen, die bevorzugt im Spätsommer oder im Frühjahr nach längeren Regenfällen keimen. Die Jungpflanzen entwickeln ein ausgedehntes und 50 cm weit in die Tiefe reichendes Wurzelwerk, für Sandpflanzen ein beachtlicher Wert (siehe Kap. 1.4.1.2, S.25). Mit ihm kann sich die Art in den bewegten Sanden gut verankern (vgl. ELLENBERG 1986: 509 ff.). Die erste Blütenbildung erfolgt im zweiten Lebensjahr der Pflanze.

In seiner typischen Ausbildung ist das CORYNEPHORETUM wegen der extremen Standortverhältnisse (Nähr- und Mineralstoffarmut, bewegte Sande) ausgesprochen artenarm (meist weniger als 10 Gefäßpflanzenarten auf 100 m² Fläche). Erst in Abbaustadien, die zum Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM) oder zu Kiefern-Vorwäldern überleiten, findet man eine größere Artenfülle vor. Zur langfristigen Erhaltung der Silbergrasfluren muß in einem Sandrasen-Ökosystem immer ein gewisses Angebot an vegetationsfreien Lockersanden vorhanden sein, auf denen sich das CORYNEPHORETUM neu regenerieren kann.

Mit zunehmender Festigung der Sande und bei erhöhten Humusgehalten wird das CORYNEPHORETUM von kampfkraftigeren Arten unterwandert und allmählich von Folge-Gesellschaften (z.B. Grasnelken-Schwingelgrasrasen, Sand-Straußgrasrasen,

Besenheide-Beständen, Kiefern-Vorwälder) verdrängt. Werden keine neuen Pionier-Lockersandstandorte in einem Sandrasen-Ökosystem mehr angeboten, so findet die Silbergrasflur nicht mehr die notwendigen Ausweichmöglichkeiten zu seiner Regeneration vor.

Gegen Nährstoffeinträge ist die Silbergrasflur, die mit einem sehr geringen Angebot an pflanzenverfügbarem Stickstoff auszukommen vermag (vgl. Kap. 2.2), sehr empfindlich. Erfolgen massive Nährstoffeinträge (z.B. von angrenzenden Äckern aus), so vermögen sich auf bewegten Lockersanden kampfkraftige Ruderalpflanzen zu etablieren, die die Silbergrasflur verdrängen (z.B. *Agropyron repens*-Herden, *Diploxys tenuifolia*, *Berteroa inca-*

na, *Oenothera biennis*, *Verbascum*-Arten, *Artemisia campestris* u.a.).

Florenspektrum der Silbergrasflur

Kennart, zugleich Hauptbestandbildner
Corynephorus canescens, Silbergras

Weitere Kennarten

Spergula morisonii, Frühlings-Spark
(Verbreitung siehe Abb. 1/9, S. 36).

Arten mit hoher Stetigkeit im CORYNEPHORETUM

Jasione montana (Berg-Sandrapunzel), Zwerg-Sauerampfers (insb. *Rumex tenuifolius* Schmalblättriger Kleiner Sauerampfer), *Thymus serpyllum* s. str. Sand-Tymian

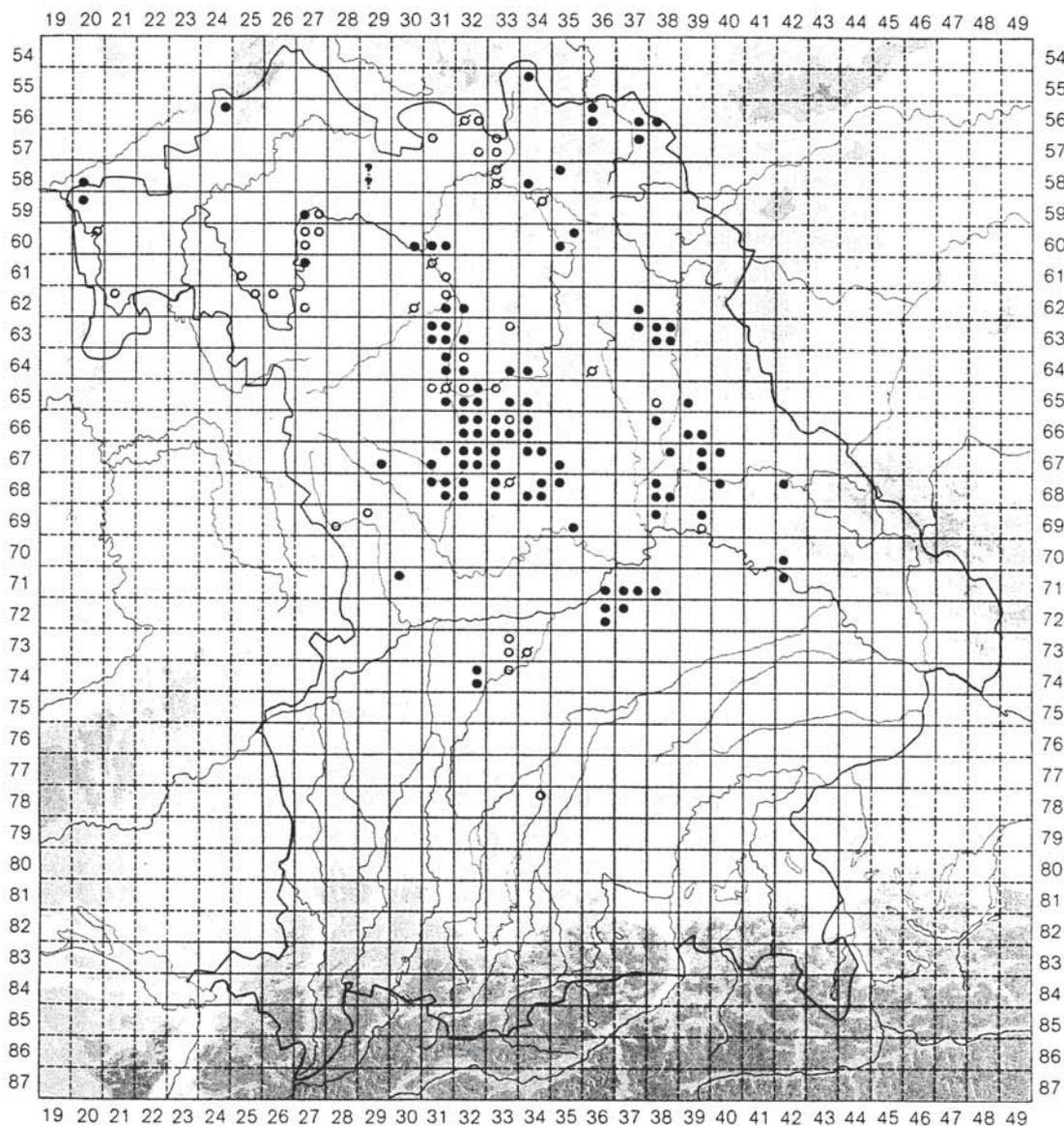


Abbildung 1/9

Verbreitung von *Spergula morisonii* (Frühlings-Spark) in Bayern, einer Charakterart des CORYNEPHORETUM (aus SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 290)

Nur regional verbreitet

Cerastium semidecandrum (Sand-Hornkraut), *Filago minima* (Kleines Filzkraut), *Teesdalia nudicaulis* (Bauernsenf)

Pioniermoose auf Offensand-Standorten

Ceratodon purpureus, *Brachythecium albicans*

Kryptogamen in +/- ausreifenden Beständen der Silbergrasflur

Moose: *Polytrichum piliferum*, *Polytrichum juniperinum*, *Racomitrium canescens*

Flechten: *Cladonia furcata ssp. furcata*, *Cladonia foliacea*, *Cornicularia aculeata*

Ruderalisierungszeiger

Scleranthus perennis (Ausdauerndes Knäuelkraut), *Erodium cicutarium* (Reiherschnabel), *Teesdalia nudicaulis* (Bauernsenf), *Filago arvensis* (Acker-Filzkraut), *Poa bulbosa* (Knolliges Rispengras), *Veronica verna* (Frühlings-Ehrenpreis), *Veronica dillenii* (Dillenius' Ehrenpreis)

Eutrophierungszeiger

Bromus tectorum (Dach-Trespe), *Bromus sterilis* (Taube Trespe), *Berteroa incana* (Graukresse), *Senecio vernalis* (Frühlings-Greiskraut)

Die Sukzession zu +/- geschlossenen Sandrasen (z.B. ARMERIO-FESTUCETUM) anzeigende Arten

Agrostis tenuis (Rotes Straußgras), *Agrostis coarctata* (Sand-Straußgras), *Festuca ovina agg.* (Artengruppe des Schaf-Schwingels, insbesondere *Festuca trachyphylla*, *Festuca ovina s.str.*, selten auch *Festuca tenuifolia*), *Artemisia campestris* (Feld-Beifuß), *Hieracium pilosella* (Mausohr-Habichtskraut), *Hypochaeris radicata* (Gewöhnliches Ferkelkraut);

Moose

Polytrichum juniperinum, *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum spurium*, *Rhytidium rugosum*, *Thuidium delicatulum*, *Abietinella abietina*, *Hypnum lacunosum*, *Rhytidiadelphus squarrosus* und *Climacium dendroides*.

Flechten

Cetraria islandica, *Cladonia chlorophaea*, *Cladonia gracilis*, *Cladonia uncialis*, *Cornicularia aculeata*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia portentosa*, *Cladonia mitis*, *Cladonia ciliata*, *Cladonia rangiferina*, *Peltigera rufescens*.

1.4.3.2 Gmelins Steinkraut - Silberscharten-Gesellschaft

(*Alyssum gmelinii*-*Jurinea cyanoides*-Gesellschaft)

Sehr selten gewordene, vom Aussterben bedrohte Gesellschaft auf +/- basenreichen Sanden des mittleren Maingebietes bei Volkach-Kitzingen, früher auch auf Flugsanden bei Kahl-Alzenau. Einigermaßen intakt heute nur noch auf dem NSG Astheimer Dürringswasen erhalten, in letzten Resten und zugleich in einem sehr stark gestörten Zustand auch auf dem Sand-NSG beim Gut Elgersheim.

Die Gmelins Steinkraut-Silberscharten-Gesellschaft gedeiht auch auf +/- lockeren Flugsanden im +/- engen Kontakt zu Silbergrasfluren. Sie gilt als eine an Kennarten arme (*Koeleria glauca* fehlt!) Gesellschaft des Verbandes KOELERION GLAUCAE, der die Sandsteppen-Gesellschaften umfaßt und im östlichen, kontinentalen Europa den an ozeanisches und subozeanisches Klima gebundenen CORYNEPHORION-Verband ersetzt.

Im Gebiet zeigt die Gmelins Steinkraut-Silberscharten-Gesellschaft einen weniger pionierhaften Charakter als das CORYNEPHORETUM. Ebenso wie dieses besitzt es eine lückige Vegetationsstruktur und ist reich an Therophyten, zeigt sich jedoch erst im Optimum, wenn eine gewisse Festlegung der Sande erfolgt ist. Im Vergleich zur typischen Silbergrasflur ist deshalb die Moosschicht viel stärker entwickelt. Standörtlich kann man dieser Gesellschaft daher +/- eine Zwischenstellung zwischen dem CORYNEPHORETUM und dem ARMERIO-FESTUCETUM zuweisen, wobei Parallelen am ehesten zu kryptogamenreichen Sukzessionsstadien der Silbergrasflur bestehen.

Florenspektrum der Gmelins Steinkraut - Silberscharten-Gesellschaft**Kennarten**

Alyssum montanum subsp. gmelinii (Gmelins Steinkraut), *Jurinea cyanoides* (Silberscharte)

Differential-Kennart

Androsace septentrionalis (Nordischer Mannsschild)

Arten mit hoher Stetigkeit

Corynephorus canescens (Silbergras), *Silene otites* (Ohrlöffel-Leimkraut), *Thymus serpyllum* (Sand-Thymian), *Jasione montana* (Berg-Sandrapunzel), *Artemisia campestris* (Feld-Beifuß), *Hieracium pilosella* (Mausohr-Habichtskraut)

Therophyten

Cerastium semidecandrum (Sand-Hornkraut), *Holosteum umbellatum* (Spurre), *Medicago minima* (Zwerg-Schneckenklee), *Vicia lathyroides* (Platterbsen-Wicke), *Androsace septentrionalis* (Nordischer Mannsschild)

Moose

Racomitrium canescens, *Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*, *Brachythecium albicans*, *Rhytidium rugosum*

Flechten

Cladonia furcata ssp. furcata, *Cladonia foliacea*, *Cladonia pyxidata*, *Cornicularia aculeata*

1.4.3.3 Sandgrasnelken - Schwingelgrasrasen (ARMERIO ELONGATAE - FESTUCETUM TRACHYPHYLLAE)

Neben der Silbergrasflur (CORYNEPHORETUM CANESCENS) entfällt innerhalb der bayerischen Sandrasen der größte Flächenanteil auf den Sandgrasnel-

ken-Schwingelgrasrasen. In ihrer typischen Ausbildung gedeiht diese Pflanzengemeinschaft bereits auf +/- konsolidierten Sanden. Dieser Rasen hat daher häufig die Rolle der Folge-Gesellschaft des CORYNEPHORETUM auf wieder festgelegten Sanddünen, sofern eine Offenhaltung durch extensive Schafbeweidung erfolgt. Vom Menschen ist der mesohemerobe Sandgrasnelken- Schwingelgrasrasen stärker abhängig als die oligohemerobe Silbergrasflur, wie aus den Sukzessionsschemata in diesem Band (vgl. Kap. 2.2.1.2) zu ersehen ist.

Auf mineralstoffreichen Sanden im unteren Regnitztal und am mittleren Main lassen die Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen bereits deutliche Annäherungen zu Kalkmagerrasen hin erkennen (sog. "*Dianthus carthusianorum*-Variante" des ARMERIO-FESTUCETUM). Auf den armen Sanden des niederschlagsreicheren Rednitz-Pegnitz-Gebietes neigt diese Gesellschaft eher den Silikatmagerrasen zu (sog. "*Dianthus deltooides* -Variante des ARMERIO-FESTUCETUM).

Die *Dianthus carthusianorum*-Variante ist auf das Maingebiet und das Regnitztal bis einschließlich Pettstadt (Einmündung der Wiesent!) beschränkt und sehr stark gefährdet. Die *Dianthus deltooides*-Variante hat ihren Verbreitungs-Schwerpunkt im Rednitzbecken und im Sulztal und besitzt dort noch mehrere Restvorkommen (großflächig noch auf dem Truppenübungsplatz Hainberg bei Fürth, sonst z.B. Sandrasen im Sulztal zwischen Mühlhausen und Schwebenhaide; MTB 6834/2). Als Rumpfgesellschaft des ARMERIO-FESTUCETUM wird eine *Dianthus deltooides*-Gesellschaft für das Mittelfränkische Becken erwähnt (OBERDORFER & KORNECK 1978: 156 f.). Sie findet sich dort zerstreut und kleinflächig an sandigen Wegböschungen als Rest der ehemaligen Allmend- und Schaftrift-Systeme.

Noch stärker gefährdet als die Silbergrasflur ist der Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen:

- Die bereits +/- festliegenden Sandflächen als Wuchsort dieser Gesellschaft lassen sich zu meist ohne große Schwierigkeiten in Spargel-Sandäcker umwandeln.
- Auf den bereits konsolidierten Sanden gelingt die Aufforstung mit Kiefern besser als auf den lockeren Flugsanden des CORYNEPHORETUM.
- Werden sämtliche Extensivnutzungen auf den Sandrasen eingestellt (bleibt z.B. die früher übliche Schaf-Triftweide aus), so können sich gerade auf konsolidierten Sandrasen mit beginnender Bodenbildung ohne Schwierigkeiten Kiefern ansamen. Innerhalb von 2-3 Jahrzehnten kann bei entsprechendem Kiefernflug bereits ein stark schattender Kiefern- oder Kiefern-Eichen-Vorwald aufwachsen. Im Regnitzbecken beobachtet man daneben, bevorzugt in Waldrandlage ohne Nährstoffzufuhr, auch langsamen Abbau durch Brombeer- und Besenginstergebüsche.
- Gegen Eutrophierung sind die Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen empfindlicher als die Silbergrasflur. Wegen der bereits vorhandenen Humus-Vorräte können eingebrachte Nährstoffe in

größerem Maße gebunden werden. Erfolgen Nährstoffeinträge, siedeln sich umgehend Ruderalpflanzen an, z.B. konkurrenzkräftige Hochstauden der Klasse ARTEMISIETEA oder Vertreter der Klasse AGROPYRETEA. Häufig wandern auch eutraphente Wiesengräser wie der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und das Knaulgras (*Dactylis glomerata*) ein. Die oligotraphente Sandrasenvegetation wird bei diesen Prozessen verdrängt.

- Der Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen besitzt ein weniger stark ausgeprägtes Ausbreitungsvermögen als die Silbergrasflur oder auch als die THERO-AIRION-Pioniergesellschaften. Er vermag daher weniger "leicht" auf neuentstehende bzw. neugeschaffene Ersatzstandorte auszuweichen. Als Folgegesellschaft stellt sich der Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen an solchen Stellen erst nach mehreren Jahren oder Jahrzehnten ein.
- Die verstreuten Reste der Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen an alten Wegböschungen und Flurzwickeln liegen heute flächenmäßig in der Regel weit unter der Mindestgröße für die Aufnahme in die Biotopkartierung. Sie kommen daher heute höchstens zufällig bei Randlage an Hecken oder Waldstücken zu Schutz- oder Pflegestatus oder können wegen ihrer Isoliertheit und Verstreutheit schwer in Triebweidekonzepten eingebunden werden. Durch ihre Form und geringe Flächengröße sind sie besonders Einträgen aus der Umgebung ausgesetzt.

Florenspektrum der Sandgrasnelken - Schwingelgrasrasen

Kennzeichnende Arten

Armeria elongata (Sandgrasnelke), *Festuca trachyphylla* (Straußschwingel)

Arten mit hoher Stetigkeit im ARMERIO-FESTUCETUM

Agrostis tenuis Rotes Straußgras

Poa pratensis subsp. *angustifolia*

Schmalblättriges Wiesen-Rispengras

Silene nutans Nickendes Leimkraut

Pimpinella saxifraga Kleine Bibernelle

Galium verum Echtes Labkraut

Campanula rotundifolia

Rundblättrige Glockenblume

Artemisia campestris Feld-Beifuß

Hypochoeris radicata Gewöhnliches Ferkelkraut

Hieracium pilosella Mausohr-Habichtskraut

Thymus serpyllum Sand-Thymian

Lücken-Pioniere hoher Stetigkeit

Corynephorus canescens Silbergras

Arenaria serpyllifolia Quendel-Sandkraut

Erophila verna Frühlings-Hungerblümchen

Ornithopus perpusillus Mäusewicke

Potentilla argentea Silber-Fingerkraut

Rumex tenuifolius

Schmalblättriger Zwerg-Sauerampfer

Sedum acre Scharfer Mauerpfeffer

Trifolium arvense Hasen-Klee

Vicia lathyroides Sand-Wicke

Seltene Sandpflanzen im lückigen ARMERIO-FESTUCETUM oder in Varianten dieser Gesellschaft

Helichrysum arenarium Sand-Strohblume
Orobancha arenaria Sand-Sommerwurz

Moose

Im Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen sind nicht mehr Sandpionier-Arten wie *Ceratodon purpureus* und *Polytrichum piliferum* Hauptbestandbildner in der Moosschicht, sondern Rasen-Arten wie *Scleropodium purum* und *Hypnum cupressiforme*. Auf basenreichen Sanden treten recht häufig *Abietinella abietina*, *Rhytidium rugosum* und *Thuidium delicatulum* hinzu.

Arten der *Dianthus carthusianorum*- Variante

Koeleria gracilis Zierliches Schillergras
Festuca guesfalcica Lemanns Schwingel
Festuca rupicola Furchen-Schwingel
Carex caryophylla Frühlings-Segge
Silene otites Ohrlöffel-Nelke
Dianthus carthusianorum Karthäuser-Nelke
Sedum rupestre Felsen-Mauerpfeffer
Eryngium campestre Feld-Mannstreu
Peucedanum oreoselinum Berg-Haarstrang
Veronica spicata Ähriger Ehrenpreis

Die *Dianthus carthusianorum*-Variante ist auf das Maingebiet und untere Regnitztal beschränkt und dort stark gefährdet.

Arten der *Dianthus deltoides*- Variante

Luzula campestris (Feld-Hainsimse), *Dianthus deltoides* (Heide-Nelke)

1.4.3.4 Kleinschmielenrasen und krautige Therophyten-Fluren (THERO-AIRION)

Kleinschmielenrasen sind niedrigwüchsige, in den subozeanisch getönten Gebieten Mitteleuropas verbreitete, durch *Vulpia*- und *Aira*-Arten sowie durch andere einjährige Gräser und Kräuter gekennzeichnete Therophyten-Gesellschaften (KORNECK 1978:22). Auf Sandböden bevorzugen sie ruderalisierte Stellen, die im Vergleich zu den typischen *Corynephorus*-Wuchsorten etwas verfestigt sind. Charakteristische Wuchsorte sind Wegränder, ältere, schafbeweidete Ackerbrachen, selten befahrene Fahrspuren in Sand-Kiefernforsten oder auf Truppenübungsplätzen, durch Viehtritt oder durch menschliche Einwirkung (z.B. regelmäßiges, jedoch nicht zu häufiges Lagern und Spielen) offengehaltene Stellen in Grasnelken-Schwingelgrasrasen.

Während bei Federschwingel-Fluren eine gewisse Eutrophierung deutlich wird, scheinen die *Aira*-Bestände hochempfindlich gegen Nährstoffeinträge zu sein. Die N-Mineralisation ist nach JECKEL (1984:139) in *Aira*-Beständen geringer als in Grasnelken-Schwingelgrasrasen.

Auf jungen, anthropogenen Schwemmsandterrassen des Mains bei Stettfeld finden sich durch Aufdüngung und Wiesenansaat gestörte, lückige, therophytenreiche Rasengesellschaften mit Massenbeständen des lange Zeit in Bayern für erloschen

gehaltenen Gestreiften Klees (*Trifolium striatum*). Bei Wipfeld findet sich dieser in Sandgrubenbereichen in lückigen Sandrasenresten zwischen Abbau und aufgedüngten Grundwiesen. Der soziologische Anschluß dieser Bestände bedarf noch der Klärung.

Auf Sandackerbrachen, auf brachliegendem Industriegelände, an Bahnstrecken, allgemein auf gestörten, jedoch nur wenig eutrophierten Stellen in Flugsandgebieten sind relativ unbeständige, von Therophyten wie *Teesdalia nudicaulis*, *Filago minima* und *Filago arvensis* dominierte Pflanzengesellschaften zu beobachten, denen die *Vulpia*-Arten und *Aira caryophylla* beigemischt sein können.

Florenspektrum der Kleinschmielen-Fluren**Kennzeichnende Arten**

Aira caryophylla Nelkenhafer
Aira praecox Früher Schmielenhafer
Cerastium semidecandrum Sand-Hornkraut
Erophila verna Frühlings-Hungerblümchen
Filago arvensis Acker-Filzkraut
Filago minima Kleines Filzkraut
Filago vulgaris agg. Gewöhnliches Filzkraut
Holosteum umbellatum Spurre
Medicago minima Zwerg-Schneckenklee
Mibora minima Zwerggras
Myosotis stricta Steifes Vergißmeinnicht
Ornithopus perpusillus Mäusewicke
Petrorhagia prolifera Sprossende Felsennelke
Potentilla argentea Silber-Fingerkraut
Rumex tenuifolius Schmalblättriger Zwergampfer
Saxifraga tridactylites Dreifinger-Steinbrech
Teesdalia nudicaulis Bauernsenf
Trifolium arvense Hasen-Klee
Trifolium striatum Gestreifter Klee
Veronica dillenii Dillenius-Ehrenpreis
Veronica verna Früher Ehrenpreis
Vulpia bromoides Trespen-Federschwingel
Vulpia myuros Mäuseschwanz-Federschwingel

Von Sandackerbrachen aus greifen in die Kleinschmielenfluren gelegentlich über:

Aphanes arvensis Acker-Frauenmantel
Arnosaris minima Lammersalat
Hypochoeris glabra Kahles Ferkelkraut
Scleranthus annuus Einjähriges Knäuelkraut
Spergula arvensis Acker-Spörgel

Die Sukzession zu +/- geschlossenen Sandrasen (z.B. ARMERIO-FESTUCETUM) anzeigende Arten

Agrostis tenuis Rotes Straußgras
Festuca ovina agg. Aggregat des Schafschwingels
Hieracium pilosella Mausohr-Habichtskraut
Hypochoeris radicata Gewöhnliches Ferkelkraut
Thymus pulegioides Feld-Thymian

Moose

Ceratodon purpureus, *Polytrichum juniperinum*, *Polytrichum piliferum*, *Racomitrium canescens*

Flechten

Cladonia furcata ssp. *furcata*

1.4.3.4.1 Nelkenhaferflur (AIRO CARYOPHYLLEAE-FESTUCETUM OVINAE)

Etwa 10 cm hoher lückiger Pionierrasen auf Rinder- und Schafweiden an Wegrändern, an Flugplätzen u. dgl. auf relativ gefestigten Sanden. Hält sich einige Jahre und ist relativ trittfest.

1.4.3.4.2 Gesellschaft des Frühen Schmiehlenhafers (AIRETUM PRAECOCIS)

Subatlantische Pioniergesellschaft auf Dünen und in Sandgruben auf verfestigten Sandböden, meist am Rande von Störstellen wie Wegen und sandigen Rainen, gern auf Fahrspuren oder auf anderen durch mechanische Störung geöffneten Standorten. Bei zu starker Trittbelastung wird die Gesellschaft von *Juncus tenuis*- oder von *Agrostis*-Beständen abgelöst. Gegen zu starke Austrocknung ist *Aira praecox* stark empfindlich, so daß die Art in sommerwarmen Gebieten fehlt oder dort nur im Halbschatten gedeiht. In Bayern nur in subozeanisch geprägten Gebieten (Spessart, Fränkisches Weihergebiet). Abb. 1/10, S. 41, zeigt die Verbreitung von *Aira praecox* in Bayern.

1.4.3.4.3 Federschwingelrasen (*Vulpia myuros*-, *Vulpia bromoides*-Rasen)

Pioniervegetation etwas verfestigter, ruderalisierter, saurer Sande auf als Schafweiden genutzten Brachen, an Wegrändern, Dämmen, auf Sport-, Flug-, Truppenübungsplätzen und auf Sohlen von Sandgruben. *Vulpia myuros* ist charakteristisch für offene Plätze, *Vulpia bromoides* bevorzugt eine etwas stärker geschlossene Vegetation, die zu Weidelgras-Kammgrasrasen (Lolio-CYNOSURETUM) überleitet. Im Vergleich zu den Nelkenhaferfluren sind die *Vulpia*-Rasen ausbreitungsfreudiger und vermögen stärker auf ruderales, durch Störung etwas aufgelockerte und eutrophierte Sande vorzustoßen. *Vulpia bromoides* ist in Bayern weitgehend auf die Sandgebiete entlang des Mains beschränkt. Einige Inselvorkommen existieren darüber hinaus im Raum Nürnberg/Fürth (vgl. Verbreitungskarte von SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2157).

1.4.3.5 Vegetation der Sandackerbrachen

Brachgefallene, nur schwach oder gar nicht aufgedüngte Sandackerbrachen können als mehr oder weniger langlebige Durchgangsstadien zu sandrasenartigen Beständen hin stark mit Sandacker-Wildkräutern versetzte Pflanzengemeinschaften beherbergen. Die Anteile an Therophyten sind oft sehr hoch, syntaxonomisch neigen diese Sandackerbrachepflanzengemeinschaften hauptsächlich den ARNOSERIDENION- und den THERO-AIRION-Gesellschaften zu.

Zu den Sandrasenpflanzen, die in derartigen Brachen in besonders hohen Individuenzahlen auftreten, gehören der Bauernsef (*Teesdalia nudicaulis*), Filzkräuter-Arten (*Filago arvensis*, *F. minima*), das Einjährige Knäuelkraut (*Scleranthus annuus*), der

Zwerg-Sauerampfer (*Rumex acetosella* agg.) und die Mäusewicke (*Ornithopus perpusillus*).

Als Ackerwildkräuter, die heute ihren Verbreitungsschwerpunkt in oligotrophen Sandackerbrachen haben, können der Sand-Mohn (*Papaver argemone*), das Kahle Ferkelkraut (*Hypochoeris glabra*), der Acker-Frauenmantel (*Aphanes arvensis* und *inexpectata*), die Acker-Hundskamille (*Anthemis arvensis*) und der Lämmersalat (*Arnoseris minima*) gelten. Auf den Lämmersalat ist bereits ausführlich in Kap. 1.4.2 (S.27) eingegangen worden. Eine in Bayern unmittelbar vom Aussterben bedrohte Sandackerbrache-Pflanze, die einen noch stärker atlantischen Areal-Typ repräsentiert als der Lämmersalat, ist das ebenfalls schon besprochene Zwerggras (*Mibora minima*) (vgl. Kap. 1.4.2).

Ebenfalls im Fränkischen Weihergebiet tritt als vitaler Bestandteil des ARNOSERIDENION das neophytische Grannen-Ruchgras *Anthoxanthum aristatum* (Syn. *A. puelii*) auf.

1.4.3.6 Thermophile Ruderalgesellschaften der Tieflagen auf Sand (Bearbeitet von N. Meyer)

Besonders in den wärmegetönten, niederschlagsarmen Tiefländern und Beckenlandschaften des Main-tals, des Regnitzbeckens, in eingeschränktem Maße auch des Donautals finden sich im Kontakt zu den Sandrasen-Gemeinschaften an basenangereicherten, zumeist verdichteten oder ruderalisierten Standorten wie Wegrändern, jungen Ackerbrachen, Erdhaufen etc. annuelle und mehrjährige Ruderalgesellschaften. Die Ruderalgesellschaften zeigen gewöhnlich eine zeitliche Abfolge aus

- konkurrenzschwachen, therophytenreichen Pionierfluren (SISYMBRION OFFICINALIS);
- oft hochwüchsigen, mehrjährigen Stauden-Beständen (ARCTION LAPPAE, ONOPORDION ACANTHII und DAUCO-MELILOTION).

Nur ein Teil der am Aufbau dieser Ruderalfluren beteiligten Arten sind echte Sandspezialisten (etwa *Berteroa incana*, *Anchusa officinalis*, *Sisymbrium altissimum* oder *Sisymbrium loeselii*, lokal auch *Centaurea stoebe*). Die übrigen bevorzugen mehr oder minder trockene, nährstoffreiche Standorte ohne besondere Präferenzen hinsichtlich der Böden.

Florenspektrum der thermophilen Ruderalfluren auf Sandstandorten

Kennzeichnende Arten

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| <i>Anchusa officinalis</i> | Gewöhnliche Ochsenzunge |
| <i>Berteroa incana</i> | Graukresse |
| <i>Carduus nutans</i> | Nickende Distel |
| <i>Carduus acanthoides</i> | Weg-Distel |
| <i>Centaurea stoebe</i> | Rispen-Flockenblume |
| <i>Cichorium intybus</i> | Wegwarte |
| <i>Onopordum acanthium</i> | Gewöhnliche Eselsdistel |
| <i>Oenothera biennis</i> | Gewöhnliche Nachtkerze |
| <i>Oenothera parviflora</i> | Kleinblütige Nachtkerze |
| <i>Malva moschata</i> | Moschus-Malve |
| <i>Malva alcea</i> | Rosen-Malve |

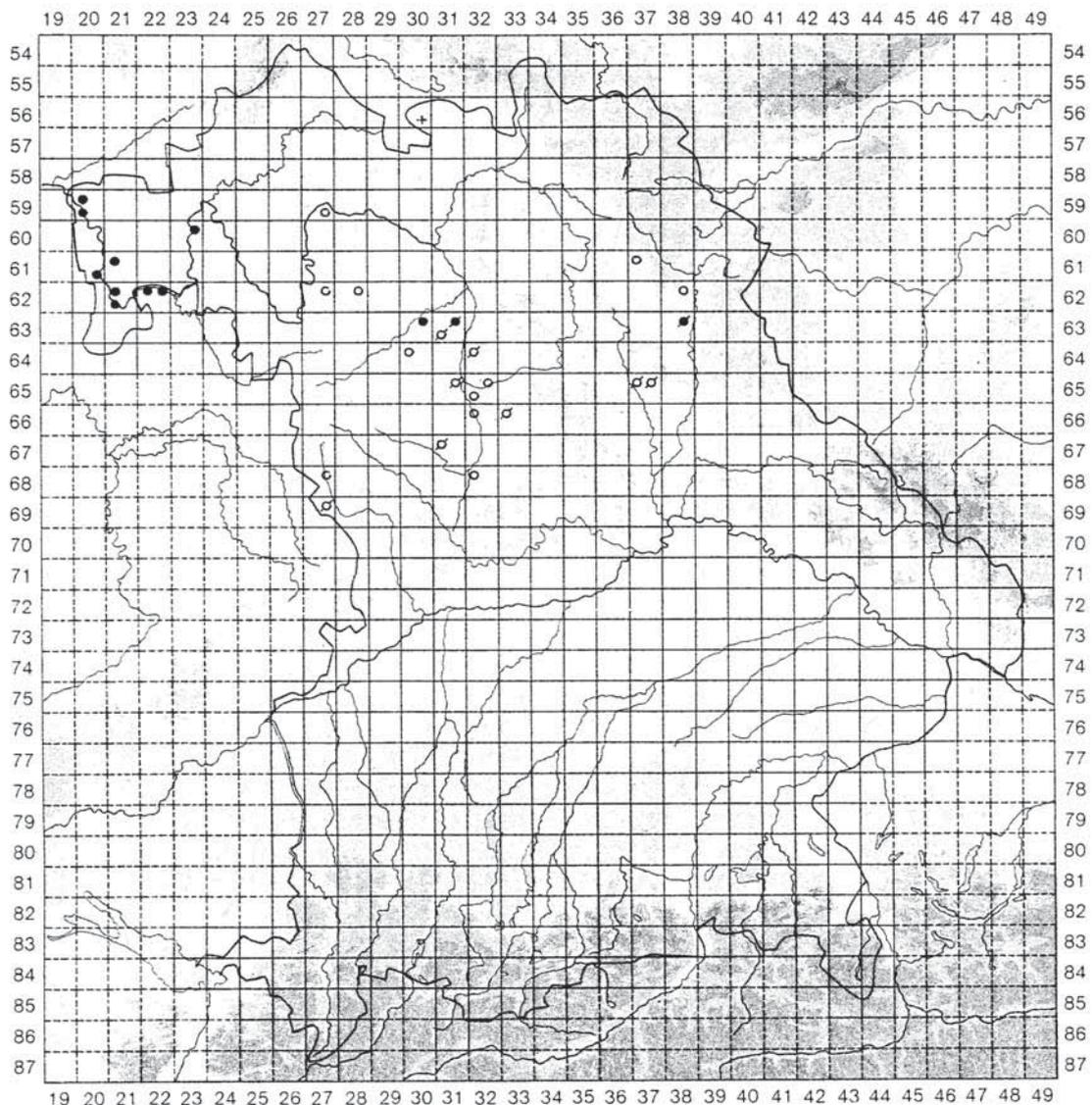
| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| <i>Verbascum thapsus</i> | Kleinblütige Königskerze |
| <i>Verbascum lychnitis</i> | Mehlige Königskerze |
| <i>Verbascum densiflorum</i> | Großblütige Königskerze |
| <i>Verbascum phlomoides</i> | Windblumen-Königskerze |
| <i>Echium vulgare</i> | Stolzer Heinrich |
| <i>Cynoglossum officinale</i> | Gewöhnliche Hundszunge |
| <i>Nepeta cataria</i> | Gewöhnliche Katzenminze |
| <i>Rumex thyrsoiflorus</i> | Straußblütiger Sauerampfer |
| <i>Anthemis ruthenica</i> | Ruthenische Hundskamille |
| <i>Hyoscyamus niger</i> | Bilsenkraut |
| <i>Medicago sativa</i> | Luzerne |
| <i>Diptotaxis tenuifolia</i> | Stinkrauke |
| <i>Chondrilla juncea</i> | Binsen-Knorpelsalat |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn |

Pionierarten des SISYMBRION und SALSOLION

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| <i>Descurainia sophia</i> | Sophienkraut |
| <i>Sisymbrium altissimum</i> | Ungarische Rauke |
| <i>Sisymbrium loeselii</i> | Loesels Rauke |
| <i>Bromus tectorum</i> | Dach-Trespe |
| <i>Bromus sterilis</i> | Taube Trespe |
| <i>Hordeum murinum</i> | Mäuse-Gerste |
| <i>Crepis tectorum</i> | Mauer-Pippau |
| <i>Corispermum leptopterum</i> | Schmalflügler Wanzensame |

Einstrahlungen aus frischeren Beifußfluren

Leonurus cardiaca (Löwenschwanz), *Ballota nigra* ssp. *foetida* (Schwarznessel, westliche Unterart), *Ballota nigra* ssp. *nigra*, (Schwarznessel, östliche Unterart)

**Abbildung 1/10**

Verbreitung von *Aira praecox* (Früher Schmielenhafer) in Bayern (nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2236). Bei der Art handelt es sich um einen subatlantischen Therophyten, der in Bayern nur selten vorkommt.

1.4.3.6.1 Einjährige ruderale Pionierfluren mit Wärme- und Trockenheitstoleranz

Die einjährigen Ruderalfluren voll besonnener, trockener, mäßig nährstoffreicher Offenstandorte lehmig-schluffigen Charakters stellen die parallelen Pioniergesellschaften der Wegränder und Schuttflächen zu den Silbergrasfluren und den Ackerbrachen des ARNOSERIDION dar. Sie weisen subkontinentalen Charakter auf und sind in reicheren Wuchssituationen gekennzeichnet durch *Descurainia sophia*, *Sisymbrium loeselii* und *Sisymbrium altissimum* (Sophienkraut-Flur, DESCURAINIETUM SOPHIAE). An ähnlichen, sandigeren, weniger humosen Standorten im urbanen Bereich gedeiht benachbart die Mäusegersten-Flur (HORDEETUM MURINI) mit *Hordeum murinum*, *Bromus tectorum*, *sterilis* und *hordeaceus*.

Ihr Abbau erfolgt in ungestörten Situationen zu wärmebedürftigen, trockenresistenten Distel-Gesellschaften (ONOPORDION ACANTHII) oder Möhren-Steinklee-Gesellschaften (DAUCO-MELILOTION), unter Tritt zu halbruderalen Halbtrockenrasen (CONVOLVULO-AGOPYRION REPENTIS).

1.4.3.6.2 Wärmebedürftige, trockenresistente Distel-Gesellschaften (ONOPORDION ACANTHII)

Als seltene Gesellschaft gedeiht die Eselsdistelflur (ONOPORDETUM ACANTHII) im Gebiet gern auf basenreichen, etwas aufgedüngten Sanden an Straßenrändern, Böschungen und Müllplätzen. Sie ist gekennzeichnet durch die hochwüchsigen Disteln Esels-Distel, Weg-Distel, Nickende Distel etc. sowie das Schwarze Bilsenkraut. Als Gesellschaft etwas weniger nährstoffreicher Standorte wird die Reseden-Nickdistel-Flur (RESEDO-CARDUETUM NUTANTIS) angegeben.

Der Abbau erfolgt durch Gebüsch oder (bei Tritt etc.) durch halbruderalen Halbtrockenrasen (CONVOLVULO-AGOPYRION REPENTIS).

1.4.3.6.3 Wärmeliebende Möhren-Steinklee-Gesellschaften (DAUCO-MELILOTION)

Dieser Verband besiedelt im Vergleich zum vorigen offenere, schwach bis mäßig nährstoffreiche Standorte. Er wird auf sandigen, schwach bis mäßig ruderalisierten Wuchsorten warmer Tieflagen durch die Beifuß-Rainfarn-Flur (ARTEMISIO-TANACETUM VULGARIS) vertreten, deren Kennarten neben dem Rainfarn und dem Beifuß selbst Schwarznessel und Weg-Distel sind. Niedrigwüchsiger und aufs Main-, Regnitz- und Donaugebiet beschränkt ist die durch die namengebende Art charakterisierte Graukresse-Flur (BERTEROETUM INCANAE) auf Sand-, aber auch Kies- und Schotterböden. Die etwas weniger thermophile Steinklee-Flur als bodenvage Ruderalgesellschaft stickstoff- und humusärmerer Rohböden mit deutlicher Häufung der Leguminosen wie der Steinklee-Arten und der Luzerne (*Medicago*

sativa agg.), aber auch mit Stolzem Heinrich, Schwarznessel und Tüpfel-Hartheu wächst etwa im Kontakt von Sandrasen zu Bahnschotterkörpern.

1.4.3.7 Kiefernwälder, Kiefern-Eichenwälder, Ginster- und Geißklee-Gebüsch als Kontaktvegetation der Sandrasen

Die Kontakt-Waldgesellschaften der Sandrasen in Bayern werden zumeist von der Wald-Kiefer (*Pinus silvestris*) dominiert, nur in wenigen Fällen tritt die Eiche (*Quercus robur* und *Q. petraea*) als bedeutsames Nebenholz hinzu. Auf extrem nährstoffarmen Grobsanden des Oberpfälzer Beckens bei Boden- und Grafenwöhr stocken Heidelbeer-Kiefernwälder (vgl. LUTZ 1950: 79 f.). Für die Flug- und Terrassensande des Rednitz-Regnitzbeckens und des mittleren Maingebietes sind Gabelzahnmoos- und Weißmoos-Kiefernwälder (DICRANO- bzw. LEUCOBRYO-PINETUM) charakteristisch (vgl. HOHENESTER 1960: 59 ff.).

Aus Artenschutzsicht am interessantesten sind die Wintergrün-Kiefernwälder (PYROLO-PINETUM), die von ZEIDLER & STRAUB (1967) als Haarstrang-Kiefernwälder (PEUCEDANO-PINETUM) bezeichnet werden. Ebenso wie die offenen Sandrasen (CORYNEPHORETUM, ARMERIO-FESTUCETUM) ist dieser Kiefernwald-Typ sehr selten geworden und stark gefährdet.

1.4.3.7.1 Wintergrün-Kiefernwald (PYROLO-PINETUM, PEUCEDANO-PINETUM)

Der Wintergrün-Kiefernwald zeigt in Süddeutschland eine deutliche Bindung an mineralstoff- und basenreiche, jedoch nährstoffarme Sande.

Seine Hauptverbreitung besitzt der Wintergrün-Kiefernwald in Süddeutschland auf kalkreichen Flugsanden des nördlichen Oberrheingebietes, z.B. der Schwetzingen Hardt, auf mineralstoffreichen Flug- und Terrassensanden am mittleren Main und auf den glimmerreichen Sanden der Abensberger Dünen. In Bayern kommt der Wintergrün-Kiefernwald darüber hinaus sehr zerstreut im Rednitz-Regnitzbecken, auf den Tertiärsanden bei Schrobhausen (heute wohl nur noch auf der Düne bei Gröbern) und auf Tertiärsanden im Raum Burglengenfeld/Kallmünz vor.

Die anspruchsvollen Wintergrün-Kiefernwälder können sich nur behaupten, solange ihre Sandstandorte wenigstens gewisse Mindestgehalte an Basen aufzuweisen haben (vgl. hierzu PHILIPPI 1970: 85 ff.). Erfolgt allmählich eine Entkalkung des Oberbodens (z.B. durch Nadelstreuauflagen, Auswaschungen durch hohe Niederschläge u. dgl.), so verschwinden seine vergleichsweise anspruchsvollen Charakterpflanzen wie *Chimaphila umbellata*, *Pyrola chlorantha*, *Peucedanum oreoselinum* und *Goodyera repens*. Mithin führt die Entbasung zur Umwandlung des Wintergrün-Kiefernwaldes in einen Gabelzahnmoos- oder in einen Weißmoos-Kiefernwald (DICRANO- bzw. LEUCOBRYO-PINETUM).

Nach PHILIPPI (1970: 85 ff.) sind die Kalksand-Kiefernwälder der Schwetzingener Hardt höchstens einige hundert Jahre alt. Der Kalkreichtum ihrer Sande läßt sich nur mit den früher regelmäßig stattfindenden Übersandungen erklären, die bis in die Neuzeit hinein erfolgt sind. Früher gehörten die heutigen Wintergrün-Kiefernwald-Standorte zu den vom Menschen offengehaltenen Flugsandgebieten. Wären aufgrund einer ununterbrochen geschlossenen Bewaldung niemals Übersandungen erfolgt, so hätten Auswaschungsvorgänge schon längst eine weitgehende Entkalkung der Sandfluren der Schwetzingener Hardt bewirkt. **Nach PHILIPPI müssen die Wintergrün-Kiefernwälder der Schwetzingener Hardt als anthropogene Waldgesellschaften gelten. Mit Sicherheit stellen sie in diesem Gebiet keine natürlichen "Steppenwald-Relikte" dar.** Die starke Verjüngung der Buche in den oberrheinischen Wintergrün-Kiefernwäldern zeigt deutlich an, daß die Kiefer nur durch die Förderung des Menschen ihre vorherrschende Position als Hauptholzart erlangen konnte. In den stärker kontinental getönten Trockengebieten Bayerns (z.B. auf den Flugsanden im Osten von Kitzingen) spielt die Laubholz-Verjüngung jedoch eine geringere Rolle oder fällt sogar überhaupt nicht ins Gewicht.

Selbst wenn man verschiedene bayerische Vorkommen des Wintergrün-Kiefernwaldes wie HOHENESTER (1960) und ZEIDLER & STRAUB (1967) im Gegensatz zu PHILIPPI (1970) als natürlich bewertet, so muß auch in den bayerischen Vorkommensbereichen dieses Wald-Typs von einer ganz erheblichen früheren Förderung durch den Menschen ausgegangen werden. Durch enge räumliche Kontakte zu bewegten Lockersand-Gebieten konnte der Wintergrün-Kiefernwald auf aufgelassene, ehemalige Sandweiden vorstoßen, denen jahrhundertlang "bergfrische" (= erstmals aus dem Bodenzusammenhang herausgelöste und daher noch mineralstoffreiche Sandkörnerchen; vgl. RODI 1974: 152) Bodenpartikel zuflogen.

Zur langfristigen Erhaltung noch vorhandener Wintergrün-Kiefernwälder dürften deshalb grundsätzlich luvseitige Sandwehen beitragen, von denen aus ein gewisser Sandkorn-Transfer in die benachbarten Kiefernwälder stattfindet. Nach dem heutigen Stand der Kenntnis bedürfen die Wintergrün-Kiefernwälder langfristig gesehen eindeutig gewisser menschlicher Einflüsse oder profitieren zumindest von ihnen, um ihre vollständige Arten garnitur bewahren zu können.

Regional muß in den bayerischen Wintergrün-Kiefernwäldern darüber hinaus der Laubholz-Verjüngung entgegengewirkt werden. In den stärker kontinental getönten Trockengebieten (z.B. auf den Flugsanden im Osten von Kitzingen) spielt dieser Faktor nur eine geringere Rolle oder fällt überhaupt nicht ins Gewicht.

Schwere Schädigungen können Wintergrün-Kiefernwälder durch die in neuerer Zeit in "Mode" gekommenen Walddüngungen erleiden. Eine Eutrophierung des Waldbodens bewirkt eine starke Förderung von Arten wie *Rubus fruticosus* agg. oder *Calamagrostis epigeios* und kann die vollständige Verdrängung der empfindlichen *Pyrolaceen* herbeiführen. Da Wintergrün-Kiefernwälder eindeutig zu den naturnahen Kiefern-Trockenwäldern gehören, stellen die Aufdüngungen zur Förderung der Wuchsleistung der Kiefern einen klaren Verstoß gegen Art. 6d Abs.1 BayNatSchG dar. Maßnahmen, die zu nachhaltigen Veränderungen von Trockenstandorten führen, bedürfen nach dieser gesetzlichen Vorgabe der behördlichen Genehmigung.

Besonders artenreiche Wintergrün-Kiefernwälder gibt es im östlichen und südöstlichen Bayern, wo die östlichen Geißklee-Arten hinzutreten, die im nordwestlichen Bayern fehlen. Als Besonderheiten in diesem Raum verdienen die Frühlings-Küchenschelle (*Pulsatilla vernalis*) und die mittlerweile in bayerischen Sand-Kiefernwäldern ausgestorbene Finger-Küchenschelle (*Pulsatilla patens*) hervorgehoben zu werden.

Florenspektrum des Wintergrün-Kiefernwaldes

Kennarten

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| <i>Chimaphila umbellata</i> | Doldiges Winterlieb |
| <i>Pyrola chlorantha</i> | Grünliches Wintergrün |

Trennarten des PYROLO-PINETUM gegen bodensaure Sand-Kiefernwälder

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| <i>Carex ericetorum</i> | Heide-Segge |
| <i>Epipactis atrorubens</i> | Braunrote Stendelwurz |
| <i>Goodyera repens</i> | Kriechstendel |
| <i>Peucedanum oreoselinum</i> | Berg-Haarstrang |
| <i>Pyrola secunda</i> | Nickendes Wintergrün |
| <i>Scorzonera humilis</i> | Niedrige Schwarzwurzel* |

Arten der östlichen und südöstlichen Wintergrün-Kiefernwälder (in Bayern nur im Raum Regensburg und Kelheim)

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | Immergrüne Bärentraube |
| <i>Chamaecytisus ratisbonensis</i> | Regensburger Geißklee |
| <i>Chamaecytisus supinus</i> | Kopf-Geißklee |
| <i>Lembotropis nigricans</i> | Schwärzender Geißklee |
| <i>Polygala chamaebuxus</i> | Zwergbuchs |
| <i>Pulsatilla patens</i> | Finger-Küchenschelle (erloschen) |
| <i>Pulsatilla vernalis</i> | Frühlings-Küchenschelle |
| <i>Viola rupestris</i> | Sand-Veilchen |

1.4.3.7.2 Gabelzahnmoos- und Weißmoos-Kiefernwälder

Sie sind als Kiefernforste basenarmer, saurer Sande vor allem negativ charakterisiert. Insbesondere besteht der Unterwuchs aus nur wenigen höheren Pflanzen und deckt nur Teile der Bodenfläche. Die

* nur in feuchten Ausbildungen des PYROLO-PINETUM

Artenvielfalt findet hier eher auf der Ebene der Moose und Flechten statt.

Die flächigen Vorkommen flechtenreicher Kiefernwälder auf Dünenanden des mittelfränkischen Beckens und Grobsanden der Oberpfalz sind wie die kleinerflächigen Ausbildungen im restlichen Sandareal überwiegend als Folge langdauernder Standortdevastation anzusehen und gehen demzufolge heute stetig zurück. Zum Erhalt des Artenspektrums und flächiger Ausbildungen flechtenreicher Stadien ist die Wiederaufnahme eines Teils der traditionellen Nutzungen notwendig. Selbst in den ärmsten, trockensten Dünenbereichen besitzen natürliche Standorte dieses extremen Vegetationstyps allenfalls sehr geringe Flächenanteile.

Florenspektrum der Gabelzahnmoos- und Weißmoos-Kiefernwälder

Arten hoher Stetigkeit

| | |
|------------------------------|----------------|
| <i>Calluna vulgaris</i> | Besenheide |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | Preiselbeere |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | Heidelbeere |
| <i>Avenella flexuosa</i> | Draht-Schmiele |

Zu reicheren Waldgesellschaften vermittelnde Begleiter

Melampyrum pratense ssp. *pratense* (syn. ssp. *concolor*) Wiesen-Wachtelweizen

Moose und Flechten

Als Kennartenpalette kann das ganze Spektrum der säuretoleranten Kiefernwald-Arten dienen wie:

Dicranum scoparium, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum spurium*, *Cladonia portentosa*, *Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia uncialis*, *Cetraria islandica*.

1.4.3.7.3 Ginster- und Geißklee-Gebüsche

Die Umsäumung und Ummantelung der Sand-Kiefernwälder erfolgt vielfach durch die im Sommer auffällig gelb blühenden Besenginster- und Geißklee-Gebüsche. Dabei schließen sich der Besenginster und die Geißklee-Arten in ihrer Verbreitung nahezu aus.

Der Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) als subozeanischer Strauch besitzt in Bayern insgesamt eine deutlich weitere Verbreitung als die Geißklee-Arten (insb. als *Chamaecytisus supinus*). Als Mantelstrauch ist er für die Sandgebiete des Rednitz-Regnitzbeckens, des gesamten Maingebietes und des Tertiären Hügellandes um Schrobenhausen bezeichnend.

Der wesentlich niedrigere Kopf-Geißklee (*Chamaecytisus supinus*) erreicht im Regensburger Raum bereits seine westliche Arealgrenze. Dieser Geißklee schmückt die Abensberger Sande und das Kreide-Sandsteingebiet bei Kallmünz, indem er dort die Sand-Kiefernwälder umsäumt. An einigen Stellen sind die Geißklee-Gebüsche mit dem Regensburger Ginster (*Chamaecytisus ratisbonensis*) und dem Schwärzenden Geißklee (*Lembotropis nigricans*) bereichert.

Als auffallende Arten treten in den Kopfgeißklee-Gebüschen Hochstauden wie *Teucrium scorodonia* und *Hieracium umbellatum* hinzu. In der Saummantelzone zwischen Sandrasen und Kiefernwäldern finden einige Gras-Polykormonbildner ihr Optimum. Zu ihnen gehören insbesondere *Holcus mollis* (Weiches Honiggras) auf sauren Sanden und *Agrostis coarctata* (Sand-Straußgras) auf reicheren Sand-Standorten.

1.5 Tierwelt

(Mit Beiträgen von M. Bräu: Tagfalter, Wanzen, Ergänzungen)

Kapitel 1.5.1 liefert einen Überblick über die Anpassungen von Tieren an die Lebensräume der Sandrasen. Im Kapitel 1.5.2 (S.48) wird die Autökologie einer Auswahl wertbestimmender oder konzeptbeeinflussender Arten aus den als Zeigerorganismen gebräuchlichen Tiergruppen der Vögel, Reptilien, Amphibien, Heuschrecken, Wildbienen und Spinnen dargestellt.

1.5.1 Tierökologische Grundlagen

Die Fauna der Sandrasen-Ökosysteme besticht nicht, so wie die Sand-Vegetation, auf den ersten Blick durch einen markanten Eigencharakter, bietet aber bei näherem Hinsehen ein ebenso spezifisches und interessantes Bild.

In Anbetracht der extremen Standortverhältnisse (vgl. Kap. 1.3, S.21) ist die Insektenfauna keineswegs besonders artenarm. Vielleicht liegt es daran, daß die Bewohner der Sandfluren "ihr" Mikrohabitat durch Anlage von Wohnröhren, Sanderdnestern und dergleichen selbst "einrichten" können, was ihnen auf Felsen oder Schottern wegen der Festigkeit des Substrats verwehrt ist.

Die spezifischen Lebensraumanpassungen können unterschiedlichster Art sein. Neben Arten, die "lediglich" warm-trockene Habitate benötigen und daher Kalk- und Sandrasen gleichermaßen besiedeln, gibt es solche, die die spezifischen mechanischen Eigenschaften des Substrats Sand benötigen. Andere wiederum brauchen bestimmte Pflanzen als Futter oder Lebensraum oder sind auf besondere Groß- oder Kleinstrukturen angewiesen. Häufig sind solche Faktoren auch kombiniert oder bedingen einander, wie etwa Geländestruktur und Mikroklima.

Nicht selten gelten diese Bindungen und Anpassungen an Sandlebensräume nur für einen Teil des Lebensraums einer Art oder für einen Zeitabschnitt in ihrem Lebenszyklus. Zugleich zeigen sie ähnliche Bindungen an andersartige Biotop-Typen. Beispielsweise reicht der Aktionsradius einiger Wildbienen-Arten (vgl. WESTRICH 1989) über die Sandflur-Reproduktionshabitate hinaus in andere, benachbarte Biotop-Typen hinein. Ihr Vorkommen hängt nicht allein von der Größe, Vielfalt und Verteilung der Strukturtypen der Sand-Ökosysteme ab, sondern wird auch von der Beschaffenheit der Kontaktlebensräume mitbestimmt. Als weiteres Beispiel

kann etwa die Knoblauchkröte genannt werden, die Sandrasen nur dann als Landlebensraum zu nutzen vermag, wenn geeignete Laichgewässer in überwindbarer Entfernung vorhanden sind.

Insbesondere für empfindliche Vogelarten kann darüber hinaus die Störungsarmut zum besiedlungsbestimmenden Faktor werden (Brachpieper!).

Nachstehend werden einige bekannte Anpassungen von Tieren an den Lebensraum Sandrasen näher vorgestellt. Zur Vertiefung wird auf die Spezialliteratur verwiesen.

1.5.1.1 Substrat- und Relief-Präferenzen der Sandfauna

Zahlreiche xero- oder thermophile Insekten- und Spinnenarten können in Mitteleuropa nur überleben, wenn ihnen wenigstens als Teillebensräume vegetationsfreie und vegetationsarme Sandfluren zur Verfügung stehen, sei es als Habitat für den Nestbau, als Lebensraum für die Larval- und Puppenphase, sei es als Wohnstätte der Imagines, um wirksam vor Feinden getarnt zu sein oder auch, um erfolgreich den erforderlichen Nahrungsbedarf decken zu können.

Wichtige Voraussetzung hierfür ist meist die **Grabfähigkeit im Sand** zur Anlage von Brutstätten, Fangtrichtern und Röhren zum Beutefang, Eingraben als Schutz vor hohen Temperaturen und zum Erreichen von Wasser in tieferen Bodenschichten. Auf lockere Sandböden sind auch einige Wanzenarten spezialisiert, z.B. die gefährdete Erdwanzenart *Cydnus aterrimus* (Cydnidae), die im Sand vergraben an den Wurzeln von *Euphorbia*-Arten saugt. Als Anpassung an Lockersandböden wurden von zahlreichen Düneninsekten konvergent Grabbeine entwickelt.

Offene, etwas verfestigte Sande (etwa an Wegrändern) erlauben zahlreichen *Hymenopteren*-Arten (z.B. der Gattungen *Bembix*, *Mellinus*, *Andrena* u.a.) den Bau von Sandröhren, an deren Grund Erdnester für die Larvalentwicklung angelegt werden. Auf grobkörnigen Kiesböden oder zu bindigen Böden ist die Anlage solcher Nester für diese Arten nicht möglich. Zu einer erfolgreichen Fortpflanzung fehlt diesen *Hymenopteren* daher außerhalb der Sandrasen-Ökosysteme die edaphische Basis.

Die besondere Substratbeschaffenheit lockerer Sande ermöglicht ganz bestimmten Lebensformtypen die Existenz, die in anderen Ökosystem-Typen in Mitteleuropa nicht vorkommen: "**Trichterfänger**" wie die Ameisenlöwen, die nichts anderes darstellen als die Larven der potentiell gefährdeten Ameisenjungfer (*Myrmeleon formicarius*), leben in selbstgegrabenen Sandtrichtern und lauern verschiedenen Ameisenarten auf. Gerät eine Ameise in einen solchen Lockersandtrichter, so verliert sie auf dem nachrutschenden Grubenhang ihren Halt; sie wird zusätzlich vom Ameisenlöwen mit Sandkörnern beworfen und schließlich von den kräftigen Kiefernzangen der Larve ergriffen. Neben den Hauptvorkommen der Art in den Flugsandgebieten, wo sandige Böschungen unter überstehenden Wurzelteilmern häufig "Kraterlandschaften" gleichen, finden

sich spärlich, aber regelmäßig Vorkommen an ähnlicher Stelle auch im Doggersand des Albraufs und im Dolomit. Eine weitere trichterbauende Art ist *Euroleon nostras* (RL Bayern 1), dessen Verbreitung unzureichend bekannt ist. Als Besonderheit wurde in den Offenstetten-Siegenburger Dünen eine Restpopulation der bayernweit sehr seltenen Dünen-Ameisenjungfer, *Myrmeleon bore*, nachgewiesen (RL Bayern 1, ABSP-Landkreisband Kelheim).

Relief-Substrat-Auswirkungen auf die Fauna sind vielfältig und überaus artspezifisch:

Viele besonders wärmeliebende Organismen bevorzugen offene, voll besonnte, bevorzugt südexponierte Lagen, in sandgeprägten Landschaften meist als Terrassenkanten, Abgrabungsränder, Böschungsanrisse oder Dünenflanken ausgebildet. Aber auch ebene Flächen mit geringen Reliefunterschieden weisen wegen der extremen Strahlungscharakteristik offener Sandrasen (siehe auch Mikroklima) oft geeignete Bedingungen auf. Manchen Organismen, etwa manche Wildbienen oder Solitärwespen, genügen dann geringste Krümmungsverletzungen zum Bau von Brut- und Siedlungsröhren. Für andere, wie die Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) als Extrembeispiel unter den Insekten, sind zum Aufbau stabiler Populationen großflächige Bereiche vegetationsarmer Sandflächen erforderlich!

1.5.1.2 Vegetationspräferenzen der Sandfauna

Neben Exposition und Inklination (Reliefneigung) wirken die stark unterschiedlichen Vegetationstypen der Sandrasen als wesentliche Strukturen für Besiedelbarkeit. Sie sind grob gliederbar in folgende **Strukturtypen**:

- "weitgehend vegetationsfrei"
(offene Sande, Initialstadien des CORYNEPHORETUM)
- "schütter"
(CORYNEPHORETUM, junge Ackerbrachen)
- "lückig"
(Halbschlußphasen des CORYNEPHORETUMS, THERO-AIRION-Bestände, Ackerbrachen)
- "geschlossen"
(Grasnelkenrasen, Zwergstrauchheiden)
- "Gehölzsaum"
(Ränder von Ginster-, Eichen- und Kieferngebüschen)

Die besondere Insekten- und Spinnenfauna der Sandfluren beruht auf dem Vorkommen der "extremen" Struktur-Typen:

- vegetationsfreie Lockersande
- lückige Pionier-Silbergrasbestände
- oft nur kleinflächige, etwas verfestigte vegetationsfreie Sandstellen an Windanrissen und Steilabbrüchen

Bei einigen Insekten läßt sich der Lebensraum scharf auf den Vegetationstyp begrenzen. Besonders klar ist dies bei der Blauflügeligen Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) der Fall, die streng auf nahezu vegetationsfreie oder allenfalls sehr locker

(z.B. mit Silbergras) bewachsene Flächen beschränkt ist und nur ausnahmsweise auch in stärker bewachsenen Silbergrasfluren vorkommt.

Eine weitere typische Art der vegetationsarmen Sande ist der Sauerampfer-Purpurbindenspanner *Lythria cruentaria* (RL Bayern 1), dessen Raupe ausschließlich auf völlig freistehenden Pflanzen von *Rumex acetosella* zu finden ist. Die mikroklimatisch extrem anspruchsvolle Art kann zwar noch auf sehr kleinen Restarealen überleben, ist aber vom Aussterben bedroht. Sie ist ausschließlich aus reinen Sandgebieten bekannt (Verbreitungsschwerpunkt Mittelfränkisches Becken).

Sehr deutlich an die vegetationsarmen Sande innerhalb der Sandfluren ist auch der Sandlaufkäfer *Cicindela hybrida* gebunden. Im Vergleich zur extrem stenotopen Blauflügeligen Sandschrecke vermag jedoch *Cicindela hybrida* neben den vegetationsfreien Sanden in stärkerer Weise auch andersartige Substrat-Typen mit einer fehlenden oder nur sehr schütterten Vegetation wie Kiesböden, Granitgrus, ja selbst Keuperlehme zu besiedeln. Besonders wichtig scheint neben dem Kleinklima die Grabbarkeit des Substrats zu sein, da die Larve sehr tiefe Wohnröhren baut. Der Berg-Sandlaufkäfer (*Cicindela silvatica*, RL Bayern 4 R) als nächster Verwandter hat ebenfalls in Sand-Ökosystemen seinen Verbreitungsschwerpunkt, bevorzugt dort aber Flächen mit dichterer Vegetation wie Sandgrasnelken-Schwengelgrasrasen, lichte Kiefernwälder, auch *Calluna*-Heiden (vgl. WASNER 1982: 2), die allerdings wenigstens kleine Lücken enthalten sollten. *Cicindela campestris* als dritte Sandlaufkäfer-Art zeigt bereits ein stark eurytopes Verhalten. Der Feld-Sandlaufkäfer nimmt mit offenen und halboffenen Bodenstandorten fast jeder Substratbeschaffenheit gleichermaßen vorlieb.

Während manche Insektenarten wie die Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) in Hinblick auf Quantität und Qualität eines Strukturtyps (vegetationsfreie oder vegetationsarme Sandflächen) sehr anspruchsvoll sind, benötigen andere Insektenarten wie z.B. zahlreiche Wildbienen-Arten obligatorisch ein Mosaik verschiedener Strukturtypen und Mikro-Standorte als Lebensraum. Als Brut habitat wählen sie vegetationsfreie, gerne etwas verfestigte Sandstellen an Abbruchkanten oder Windanrissen. Als Nektar- oder Pollenquelle nutzen sie Pflanzenarten, die in den geschlossenen Sandgrasnelken-Schwengelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM), in thermophilen Ruderalfluren, in der Kiefernwald-Gebüschzone oder sogar erst außerhalb der Sandstandorte in womöglich ganz andersartig gefährdeten Biotop-Typen vorkommen.

Einzelne, wiederum stark spezialisierte Insektenarten gibt es auch in moos- und flechtenreichen Bereichen, wie sie gelegentlich auch in offene Sandflächen eingestreut sind, und in den Halbschlußstadien der reifen Silbergrasflur oder auch lückiger Grasnelken-Schwengelgrasrasen. So lebt der 3-4 mm große Pillenkäfer *Simplocaria semistriata* nur von Moosen (z.B. *Dicranum*, *Polytrichum*) und Flechten

(*Cladonia*, *Cornicularia*) (vgl. KRATOCHWIL & SCHWABE 1984: 31).

Im Brombachtal (Mittelfranken) fand PLACHTER (1985: 81 f.) besonders hohe Konzentrationen des südlichen sowie des östlichen und südöstlichen Faunenelements in den beiden Struktur-Typen "vegetationsfreie Sandflächen (I)" und "typische, trockene Sandmagerrasen und Kleinschmielenrasen (II)". Bei vollständigem Struktur-Typen-Spektrum (vegetationsfreie und vegetationsarme Offensande, Silbergrasfluren, Schwengelrasen und Kiefern(Eichen)wälder auf Sanden) lassen sich recht deutlich verschiedene Tiergemeinschaften unterscheiden:

- 1) Die vegetationsfreien und vegetationsarmen Sande beherbergen bei ausreichender Größe (möglichst einige, miteinander vernetzte, mehrere 1.000 m² große Flächen), eine besonders spezifische Heuschrecken-, Laufkäfer- und Spinnen-Zönose mit einem hohen Anteil an sehr seltenen und stark gefährdeten Arten.
- 2) Geschlossene und halbgeschlossene, blütenreiche Sandrasen (optimal: noch nicht ganz geschlossene Sandgrasnelken-Schwengelgrasrasen mit Sandstrohblume und Karthäusermelke) sind Zentren der Nahrungssuche für Grabwespen, Wildbienen und Schmetterlinge. Sehr günstig sind enge räumliche Verbindungen dieser Rasen zu Windanrissen und Steilabbrüchen. An solchen "Störstellen" finden sich kleinflächig fast immer etwas verfestigte, vegetationsfreie Sande, die als Bruthabitate zur Anlage von Erdnestern für zahlreiche *Hymenopteren*-Arten unentbehrlich sind.
- 3) Die Tierwelt der lockeren, lichten Sand-Kiefernwälder ist bereits weniger spezifisch als die der offenen Sandrasen. Auch in diesem Struktur-Typ haben jedoch einige Arten ihren Vorkommensschwerpunkt, wie z.B. der Ziegenmelker. Der vom Aussterben bedrohte Kleine Waldportier (*Hipparchia alcyone*) weist im Regnitzbecken seine letzten Standorte in Bayern auf. Die Rostbinde (*Hipparchia semele*) fliegt in lichten Kiefernwäldern, die an große, offene Sandflächen angrenzen. Die Raupen fressen an vegetationsarmen Stellen des Rednitz-Regnitz- Beckens in Waldnähe an Silbergras (*Corynephorus*). Die mit zusammengeklappten Flügeln am Boden sitzenden Falter sind bestens getarnt und kaum zu entdecken. Die Art ist außer an ihrem Schwerpunkt-Habitattyp im Sand auch gelegentlich auf Kalkmagerrasen zu finden; weitere Angaben zur Autökologie der Art siehe LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen".

Als Besonderheit der ärmsten Dünen-Kiefernwälder des Mittelfränkischen Beckens wurden erst in den letzten Jahren durch Prof.Dr.A.BUSCHINGER, TU Darmstadt, zwei Arten von Sklavenhalter-Ameisen nachgewiesen. Die auf den weit verbreiteten Großen und Kleinen Schmalbrustameisen (*Leptothorax acervorum* und *Leptothorax muscorum*) parasitierenden, vom Aussterben bedrohten Ameisenarten Harpa (*Harpagoxenus sublaevis*) und Kutters Schmalbrustameise (*Doronomyrmex cutteri*) bevorzugten besonders lichte Kuppen- und Kammlagen von Dünen-Kiefernwäldern mit Flechten-Facies. Nach freundlicher Auskunft des Forstamts Altdorf stellt der Fund von *Doro-*

nomymex einen Erstnachweis für die BRD dar, während *Harpagoxenus* außerdem noch im Bereich des Forstamts Allersberg nachgewiesen wurde.

1.5.1.3 Bindung ans Meso- und Mikroklima

Das spezielle warm-trockene Bestandesklima, das die Sand-Ökosysteme insbesondere der süddeutschen Trockengebiete auszeichnet, gewährt zahlreichen wärmebedürftigen Tierarten die notwendige Existenzgrundlage. Tiergeographisch handelt es sich bei den ausgedehnten Flugsandgebieten der warmen Beckenlandschaften Süddeutschlands um Gebiete, die im besonderen Maße mit Tierarten angereichert sind, die dem submediterranen Faunenelement oder dem der osteuropäischen Steppen (pontisches Faunenelement) zuzuordnen sind (PLACHTER 1985).

Die Ausprägung des Klimas im Gesamtbestand wie im Mikrobereich ist abhängig vom Strahlungsgenuß samt der auf offenen Standorten ganz erheblichen Rückstrahlung und dem davon abhängigen, auf Sand extremen Bodenwärmehaushalt mit starker Tagesaufheizung und nächtlicher Auskühlung, vom Relief, der Windexposition, und von der Vegetationsstruktur selbst. Die stark unterschiedlichen Vegetationstypen wie Offensand, lückiger Rasen, geschlossener Rasen, Zwergstrauchheiden, Waldsaumlagen und Gebüschbereiche bringen im Mikrobereich zwangsläufig eine hohe Diversität hinsichtlich der genannten Klimafaktoren mit sich.

Sandinsekten müssen vor allem auf zeitweise große Trockenheit eingestellt sein. Dazu dienen beispielsweise:

- mächtige Chitin-Cuticulae (Außenskelett, Chitin-Panzer);
- die Fähigkeit, bei Trockenstreß die Tracheenöffnungen (Atmungsöffnungen) zu verschließen;
- die Fähigkeit, durch Oxidation Wasser aus dem eigenen Stoffwechsel zu beziehen (auf trockenheißen Sandstandorten verbreitete Schwarzkäfer (TENEBRIONIDAE));
- ein verdicktes Integument (Hautschicht), das die Verdunstungsrate herabsetzt (Spinnen).

Zur mehr oder weniger stark ausgeprägten Trockenheitsresistenz treten bei Sandinsekten folgende Spezialanpassungen hinzu (nach KROGERUS 1932):

- Fähigkeit zum Graben im Sand;
- Flügelreduktion bzw. Kurzflügeligkeit, um die Gefahr des Verdriftens auf kahlen Sanden herabzusetzen (gilt eher für Dauer-Sandfluren wie Strand- und Wüstendünen. Der temporäre Charakter unserer Sandhabitats bedingt im Gegenteil Mobilität und Pionierfreudigkeit bei ihren Besiedlern, wobei leichtes Verdriften und gute Flugfähigkeit eher gelegen kommen);
- Eine gemeinsame, konvergent entwickelte Eigenschaft der tagaktiven Sandtiere der Offensandbereiche stellt die oft sehr helle Körperfarbe dar. Sie trägt ganz wesentlich zur wirksamen Tarnung bei. Zudem kann ein hell gefärbtes Tier die übergroßen Strahlungsmengen besser reflektieren, denen es auf offenen Sandfluren

ausgesetzt ist. Dem gleichen Zweck dienen glänzende, stark reflektierende Chitinplatten. Beispiele:

- Brachpieper und Heidelerche sind heller gefärbt als ihre nächsten einheimischen Verwandten der Gattung *Anthus* (= Pieper) und der Familie *Alaudidae* (= Lerchen).
- In Dünengebieten zeigt sich die Schnirkelschnecke *Cepaea nemoralis* ausschließlich in weiß-gelblichen Farben, während sonst bei dieser Art tiefgelbe oder braune Farbtöne verbreiteter sind.
- Zahlreiche Insekten- und Spinnenarten nutzen eine helle Körperfärbung als Schutzrichtung vor hohen Sonneneinstrahlungen; so zum Beispiel der Rüsselkäfer *Philepedon plagiatus*, die Raubfliege *Pamponerus germanicus* oder der selten gewordene Walker (*Polyphylla fullo*). Nicht selten wird die Reflexionswirkung durch die zusätzliche Ausbildung von Wachsschichten erhöht.
- Eine ethologische (verhaltensmäßige) Anpassung zur Vermeidung von Hitzestreß stellt das tageszeitliche Wechseln mancher Sandrasenkleintiere in gebüschreiche Bereiche dar (sog. Oszillieren der Insekten).

1.5.1.4 Bindung an Pflanzen als Nahrungsressource

Bei den phytophagen Tierarten lassen sich unterscheiden:

- streng monophage Arten - an nur einer Pflanzenart fressend;
- monophage Arten - an Pflanzen einer Gattung fressend;
- oligophage Arten - an Pflanzen einer Familie fressend;
- polyphage Arten - an Pflanzen verschiedenster systematischer Zugehörigkeit fressend;

Die Kenntnis nahrungsökologischer Bindungen ist zum Abschätzen von Pflegeauswirkungen von hoher Bedeutung, da über die Förderung/Benachteiligung von Pflanzenarten die zugehörigen Phytophagenkomplexe mitbetroffen werden.

Zwar ist angesichts der - absolut gesehen - eher geringen Zahl spezifischer Sandpflanzen die Anzahl der mono- bis oligophagen Pflanzenfresser naturgemäß gering, verglichen etwa mit den Kalkmagerrasen. Ein Resultat dieser relativen Artenarmut ist aber, daß selbst an sich polyphage Pflanzenfresser am konkreten Wuchsort mangels Alternativen durchaus auf eine Futterpflanze angewiesen sein können, mithin also auf Eingriffe ebenso empfindlich reagieren können wie monophage Arten.

Ein Beispiel für eine höchst gefährdete monophage Schmetterlingsart ist das Sandstrohblumeneulchen (*Eublemma minutata*), dessen Raupe auf *Helichrysum arenarium* angewiesen und naturgemäß mit dieser Sippe auf Halbschluß-Sandmagerrasen spezialisiert ist; heute ist der Eulenfalter in Bayern akut vom Aussterben bedroht.

Daß außer dem Vorhandensein geeigneter Fraßpflanzen als zusätzliche Vorbedingung für das Vorkommen sandrasen-typischer Phytophager vielfach bestimmte mikroklimatische Bedingungen herrschen müssen, zeigt das Beispiel des Sauerampfer-Purpurbindenspanners (vgl. Kap. 1.5.1.2, S.45), der seine nicht eben seltene Fraßpflanze, den Kleinen Sauerampfer, nur unter bestimmten Bedingungen annehmen kann (extremes Offenlandklima). Ebenso fressen die Raupen weiterer seltener Schmetterlingsarten nur an solchen Besenginster-Exemplaren (*Sarothamnus scoparius*), die an exponierten Sandstandorten wachsen. Die zumeist sehr viel vitaleren Individuen ihrer Futterpflanze an beschatteten Waldrändern können diese Raupen zum Nahrungserwerb nicht nutzen.

1.5.2 Typische Arten in Sandrasen-Ökosystemen

Im Rahmen des LPK kann auf die Tierwelt der Sand-Ökosysteme nur exemplarisch und "stichprobenhaft" eingegangen werden. So sollen anhand einiger beispielhafter Tiergruppen wie Vögel, Reptilien, Amphibien, Heuschrecken und einiger ausge-

wählter Wildbienen-Arten, Wanzen und Spinnen die spezifischen Bedürfnisse von typischen Vertretern der Sandrasen-Fauna vorgestellt werden, soweit sie für die Pflege- und Entwicklungsplanung relevant sind.

Weitere Tiergruppen, etwa Laufkäfer, weisen durchaus ebenfalls stenöke Sandspezialisten auf. Wanzen, Laufkäfer und Spinnen eignen sich z.B. besonders zur Bewertung kleinflächiger Sandrasen, denen "Spitzenarten" mit hohen Arealansprüchen fehlen, die aber oftmals dennoch eine hochwertige Relikt-Artengarnitur aufweisen.

1.5.2.1 Vögel

Für Sand-Ökosysteme, die lichte Kiefernwälder und Sandrasen umfassen, ist eine relativ artenarme Avifauna bezeichnend. Eine regional deutliche Bindung an Sand-Ökosysteme zeigen insbesondere der Brachpieper, der Ziegenmelker und die Heidelerche. Soweit die klimatischen und strukturellen Voraussetzungen erfüllt sind, werden auch kurzrasige Heiden, Sand- und Kiesgruben, Brachen etc. über Flußkiesen, Schottern oder auch über Muschelkalk besiedelt. Alle drei Arten gehören dem Faunenelement der

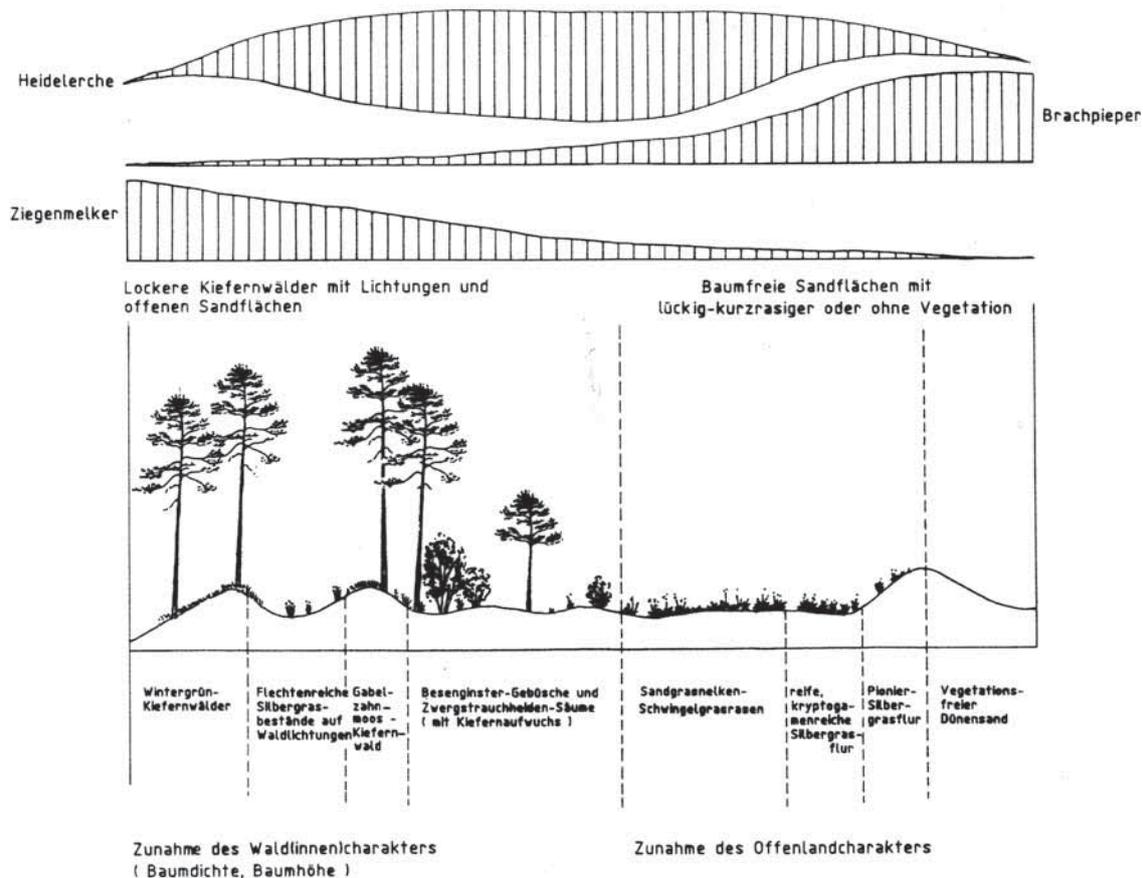


Abbildung 1/11

Einnischung von Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), Heidelerche (*Lullula arborea*) und Brachpieper (*Anthus campestris*) in Sand-Ökosystemen (eigener Entwurf)

Steppen-Zone und/oder der mediterranen Zone an, das in Mitteleuropa lediglich die warmtrockenen Gebiete besiedeln kann.

In Bayern liegen die Vorkommensschwerpunkte des Brachpiepers und des Ziegenmelkers auf den Flug- und Terrassensand-Gebieten im Rednitz-Regnitz-Becken und unmittelbar östlich des Maindreiecks. Der Brachpieper und der Ziegenmelker bleiben als Brutvögel dabei auf die nordbayerischen Wärmegebiete beschränkt, während die Heidelerche auch einige südbayerische Brutplätze (vgl. NITSCHKE & PLACHTER 1987) in größerer Höhenlage besitzt.

Für die Pflegeplanung besonders wichtig ist der Umstand, daß Ziegenmelker, Brachpieper und Heidelerche sich nicht einem Struktur-Typ der Sand-Ökosysteme zuordnen lassen. Sie benötigen vielmehr Komplexe aus verschiedenen Struktur-Typen, die mit den erforderlichen Habitatbausteinen (Singwarte, Neststandort) ausgestattet sind und über geeignete Kontaktlebensräume verfügen (vgl. Abb. 1/11, S. 48). Bei der Planung von Pflegemaßnahmen und bei der Besucherlenkung darf keinesfalls die Empfindlichkeit dieser bodenbrütenden Arten während der Zeit des Revierbesetzens und der Brutzeit außer acht gelassen werden!

Seit den "großen Flurbereinigungen" der 60er und 70er Jahre haben die Sand-Ökosysteme vielfach die Rolle von Rückzugslebensräumen für eine Reihe von Vogelarten übernommen, denen in der hochintensiv genutzten Agrarlandschaft die Lebensmöglichkeiten beschnitten worden sind. Als Beispiel hierfür kann das Rebhuhn genannt werden, das vor dem Bau des Brombach-Speichers in einer kopfstarken Population die Sandgruben und Ginsterheiden des Brombachtals besiedelte (vgl. PLACHTER 1985: 53).

Brachpieper - *Anthus campestris* L., 1758
RL BRD: 1 ; RL Bayern: 1

Verbreitung in Bayern:

Die niedrigen bayerischen Brutbestände des vom Aussterben bedrohten Brachpiepers sind auf wenige Stellen im Rednitz-Regnitz-Becken, im Schweinfurter Becken, in den Flug- und Terrassensand-Gebieten östlich des Maindreiecks und im Bereich des Grabfeldes beschränkt (vgl. Abb. 1/12, S. 50, und ABSP WÜ, FÜ, NEW). Im übrigen Bayern kommt dem Brachpieper nur der Status eines seltenen Durchzüglers zu.

Autökologie:

Der Brachpieper ist ein Zugvogel, der sich von Mitte April bis Mitte September in Mitteleuropa aufhält und auf sommerwarmen, trockenen Gebieten mit einem Jahresniederschlagsmittel unter 600 mm/Jahr beschränkt ist. Gebrütet wird nur in Gebieten mit einer Höhenlage von unter 400 Meter ü. NN.

Nach HÖLZINGER (1987: 1173 f.) sind die Dünen- und Flugsandgebiete die natürlichen Brutgebiete des Brachpiepers im süddeutschen Raum; auf lange Sicht bilden diese Landschaften dort den einzigen Dauerlebensraum dieses Vogels. Im Vergleich zum Ziegenmelker bevorzugt der Brachpieper viel stärker

ker die baumarmen Offensandbereiche (vgl. Abb. 1/11, S. 48). mit vegetationsfreien oder nur schütter bewachsenen Flächen. In einem "optimalen Lebensraumkomplex" des Brachpiepers innerhalb von Sand-Ökosystemen entfällt auf den lichten Wald daher ein wesentlich geringerer Anteil als beim Ziegenmelker; er kann sogar völlig fehlen (z.B.: Brachpieper-Bruthabitate in der Crau, Südfrankreich).

Als Sekundärlebensräume können deshalb großflächige, vegetationsarme Sand-Abbaustellen Bedeutung erlangen (vgl. PLACHTER 1985: 53). Als Ausweichhabitate besiedelt der Brachpieper gelegentlich kurzrasige Wiesen, Brachgelände in weiträumigen Gewerbegebieten, Wacholderheiden und Kiesgruben.

Zum Nahrungsrevier des Brachpiepers gehören auch lichte Kiefernforste und extensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen. Sie müssen deshalb in die Pflegeplanung miteinbezogen werden.

Gefährdung:

- Aufgabe der traditionellen Bewirtschaftung (hier v.a. Beweidung) der Sandrasen, daher allmähliche Bewaldung und damit Beschneidung des Brachpieper-Lebensraumes;
- großflächiger, industrieller Sand-Abbau (z.B. Entfernung ganzer Sandlinsen!);
- Freizeit-Aktivitäten: Befahren und Betreten ist sehr schädlich von Mitte April bis Mitte August. Der Brachpieper wird durch Freizeiteinflüsse (Spaziergänger, freilaufende Hunde, Motocross etc.) weit stärker gefährdet als der Ziegenmelker und die Heidelerche, da er an vegetationslosen oder vegetationsarmen Stellen brütet, die von den Besuchern besonders gerne begangen und befahren werden;
- Aufforsten und Verfüllung von Sandgruben.

Ziegenmelker - *Caprimulgus europaeus* L., 1758
RL BRD: 2 ; RL Bayern: 1

Verbreitung in Bayern:

Der Ziegenmelker kann wohl als **der Charaktervogel der mittelfränkischen Sandgebiete schlechthin** gelten. In den nordbayerischen Flug- und Terrassensand-Gebieten ist er verbreitet, gehört jedoch zu den gefährdeten Brutvögeln (vgl. NITSCHKE & PLACHTER 1987: 252). Einen Überblick über die Brutverbreitung in Bayern gibt Abb. 1/13, S. 51. Der Naturraum mit der größten Vorkommensdichte ist das Rednitz-Regnitz-Becken, in dessen lichten Föhrenwäldern und Föhrenheiden der Ziegenmelker nach WÜST (1986: 821) als Charaktervogel gelten kann. Darüber hinaus kommt die Art in den oberpfälzer Sandgebieten, auf den Sanden östlich des Maindreiecks (z.B. Schwebheimer und Heidenfelder Wald) und des Untermain-Gebietes vor. Weitere Brutvorkommen sind, abgesehen von spärlichen Nachweisen in Steigerwald und Frankenhöhe, in den Dolomitsand-Gebieten der Fränkischen Alb und im unterfränkischen Muschelkalk bekannt (siehe ABSP-Auswertung im LPK-Band II.1 "Kalkmagerasen"). Dort ist der Ziegenmelker jedoch wesentlich seltener als in den Sandgebieten (vgl. WÜST 1986: 821).

Autökologie:

Der Ziegenmelker ist ein Zugvogel, der sich im Gebiet von Mitte April bis in den September hinein aufhält. Er ist auf warm-trockene Gebiete beschränkt, mit durchschnittlichen Niederschlägen von unter 200 mm und mittleren Temperaturen von über 14 °C in der Zeit von Mai - Juli (WÜST 1986).

Sehr lichte, stark aufgelockerte Kiefernwälder mit eingestreuten Offensandflächen können als der optimale Lebensraum des Ziegenmelkers gelten. Dichtere Kiefernforste mit einem +/- geschlossenem Kronendach werden nur besiedelt, wenn ausreichende Teilflächen und Lichtungen vorhanden sind. Nach WÜST (1986: 823 f.) benötigt ein Ziegenmelker-Pärchen eine Lichtung von mindestens 1,5 Hektar Größe als Bruthabitat. Erst bei Lichtungsgrößen von mehr als 3 Hektar können mehrere Ziegenmelker-

Pärchen brüten. In geschlossenen Sand-Kiefernforsten ist die Brutdichte direkt proportional zur Größe und zur Zahl der Lichtungen. Zur notwendigen Struktur-Ausstattung der Lichtungen gehören blanke Sandböden (also ohne Rohhumus- oder Trockenmoderauflagen) als Nisthabitate i.e.S. und freistehende Einzelbäume als Singwarten für die Balz.

Gefährdung:

Insbesondere die nachstehend aufgezählten Eingriffe und Einflüsse haben zu Bestandeseinbrüchen oder sogar zum Erlöschen von Ziegenmelker-Brutvorkommen geführt:

- Aufforstungen letzter Sandrasen-Reste in mit Kiefern bestockten Sandfluren;
- Aufgabe der Kahlschlagnutzung in bestehenden Kiefernforsten, die Größe der Lichtungen reicht deshalb nicht mehr aus;

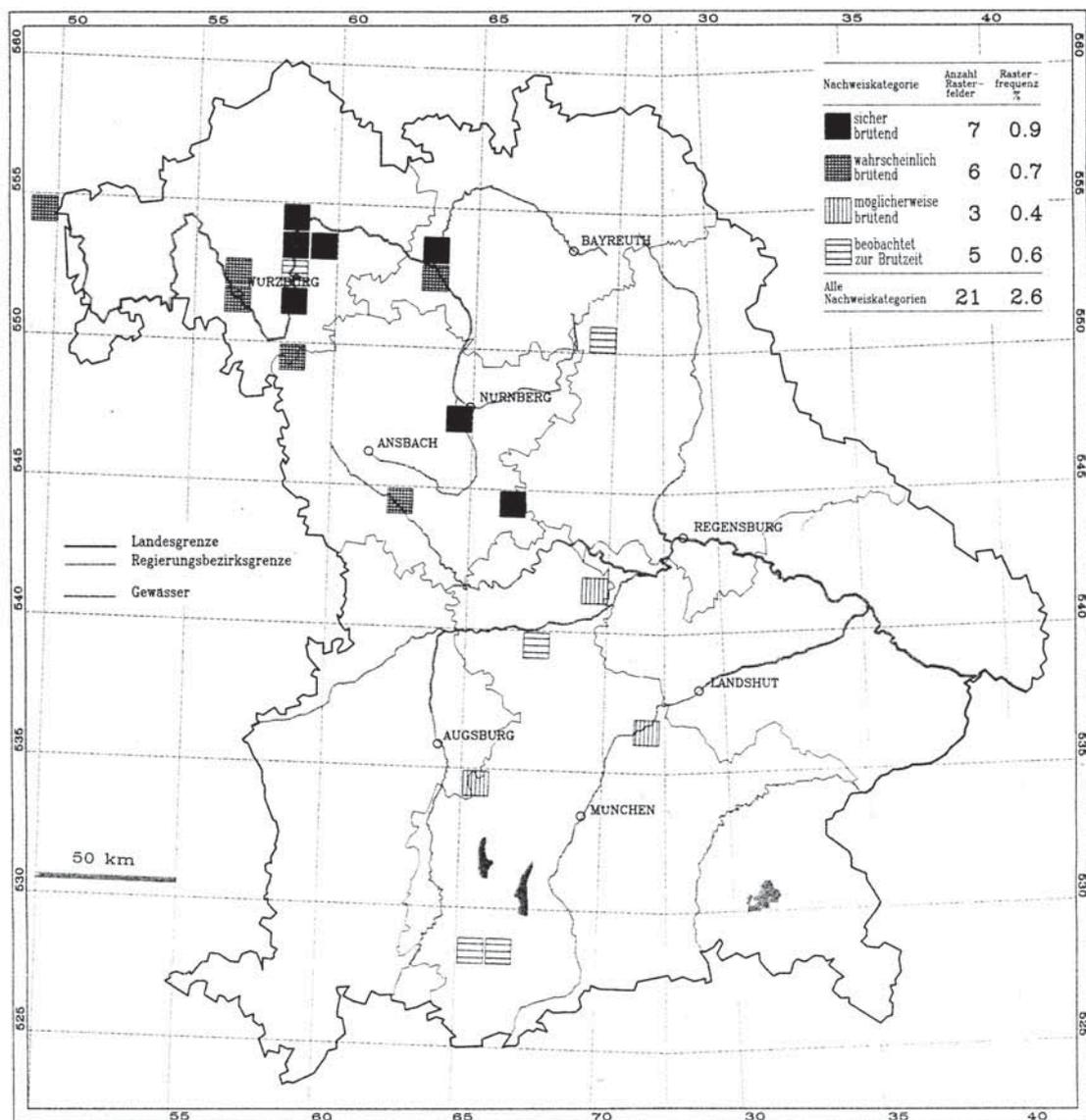


Abbildung 1/12

Verbreitung des Brachpiepers (*Anthus campestris*) in Bayern (NITSCHKE & PLACHTER 1987: 152)

- Aufgabe der Waldstreunutzung, daher Fehlen von offenen Sandflächen;
- Sandabbau mit Folgenutzung Freizeit oder Folgenutzung Verfüllung und Mülldeponierung;
- Störungen durch forstliche Arbeiten und Freizeitaktivitäten während der Fortpflanzungsperiode (Brut- und Aufzuchtzeit der Jungvögel). Sehr schädlich kann sich das in Mode gekommene Motocross-Fahren für den Ziegenmelker (vgl. HÖLZINGER 1987) auswirken;
- Asphaltierte Straßen in Brutgebieten verlocken nachts den Ziegenmelker dazu, sich auf ihnen niederzulassen. Angezogen werden die Ziegenmelker durch die starke Wärmeabstrahlung des Straßenbelags, landen deshalb auf der Straßendecke und fallen auf diese Weise leicht dem Verkehr zum Opfer.

Heidelerche - *Lullula arborea* L., 1758
RL BRD: 2 ; RL Bayern: 2

Verbreitung in Bayern:

Die Heidelerche ist ein seltener, stark gefährdeter Brutvogel. Verbreitungsschwerpunkte dieses Vogels in Bayern befinden sich in Mainfranken, im Mittelfränkischen Becken, in der Frankenalb, im Naab-Gebiet und im Abensberger Dünengebiet. In Südbayern kommt die Heidelerche nur an wenigen Stellen (keine Sandrasen-Lebensräume!) vor (nach NITSCHKE & PLACHTER 1987: 146; vgl. Abb. 1/14, S. 54). Eine landkreisbezogene Übersicht der Heidelerchen-Vorkommen in Bayern befindet sich im LPK-Band "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen" (=ABSP-Auswertung).

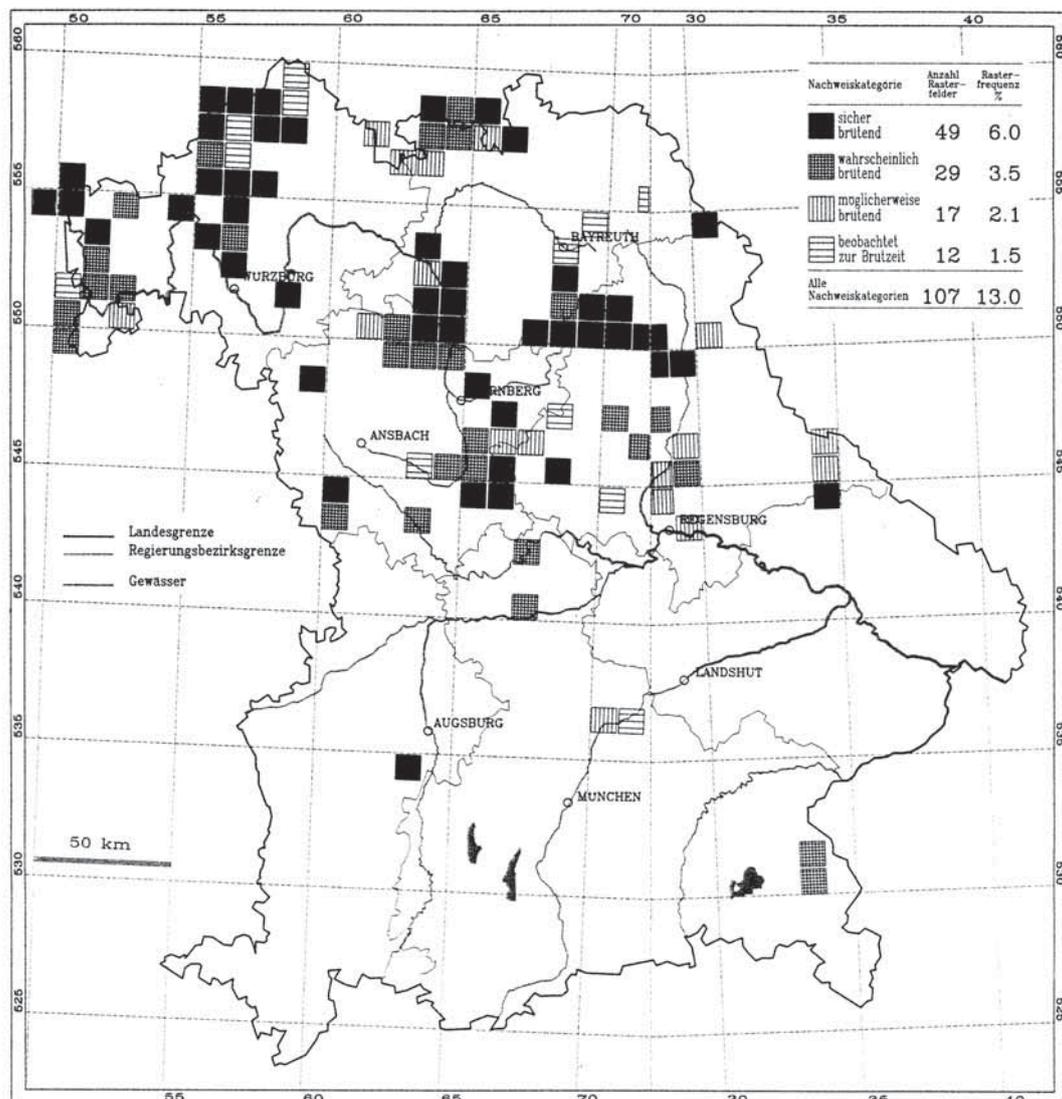


Abbildung 1/13

Verbreitung des Ziegenmelkers (*Caprimulgus europaeus*) in Bayern (NITSCHKE & PLACHTER 1987: 131)

Autökologie:

An den bayerischen Brutplätzen hält sich die Heidelerche von Ende Februar bis Ende September auf (WÜST 1986). Sie ist im Hinblick auf Trockenheit und Wärme weniger anspruchsvoll als der Ziegenmelker und erst recht als der Brachpieper.

Die Heidelerche ist ein Charaktervogel lockerer, sandiger Kiefernwälder mit vielen Lichtungen und Kahlschlägen. Geschlossene Kiefernwaldbestände werden ebenso gemieden wie die völlig offene Landschaft. Auf hohen Bäumen des Waldrandes, auf Einzel- oder Jungbäumen liegen die bevorzugten Singwarten der Männchen (vgl. WÜST 1986). Ausweich-Habitats findet die Heidelerche in Sand- und Kiesgruben, die von lichtem Wald umstanden sind, sowie in Wacholderheiden mit Kiefernflug. Bei der Wahl des Neststandortes ist das Vorhandensein

von Deckung, z.B. in Form einzelner Grashorste, maßgebend. Zieht man Vergleiche mit dem Ziegenmelker und dem Brachpieper in der Wahl der bevorzugten Biotop-Strukturen, so zeigt die Heidelerche hinsichtlich des bevorzugten Bestockungsgrades ein intermediäres Verhalten (vgl. Abb. 1/11, S. 48), wobei sie etwas "näher" beim Ziegenmelker steht.

Gefährdung:

forst- und landwirtschaftliche Intensivierungen;

- Freizeitaktivitäten im Brutgebiet (während des Zeitraumes März bis Ende August, vgl. HÖLZINGER 1987: 1157 f.). Da die Revierbesetzung bereits im Vorfrühling erfolgt, wirken sich Störungen, die um diese Zeit einwirken, stark negativ aus.

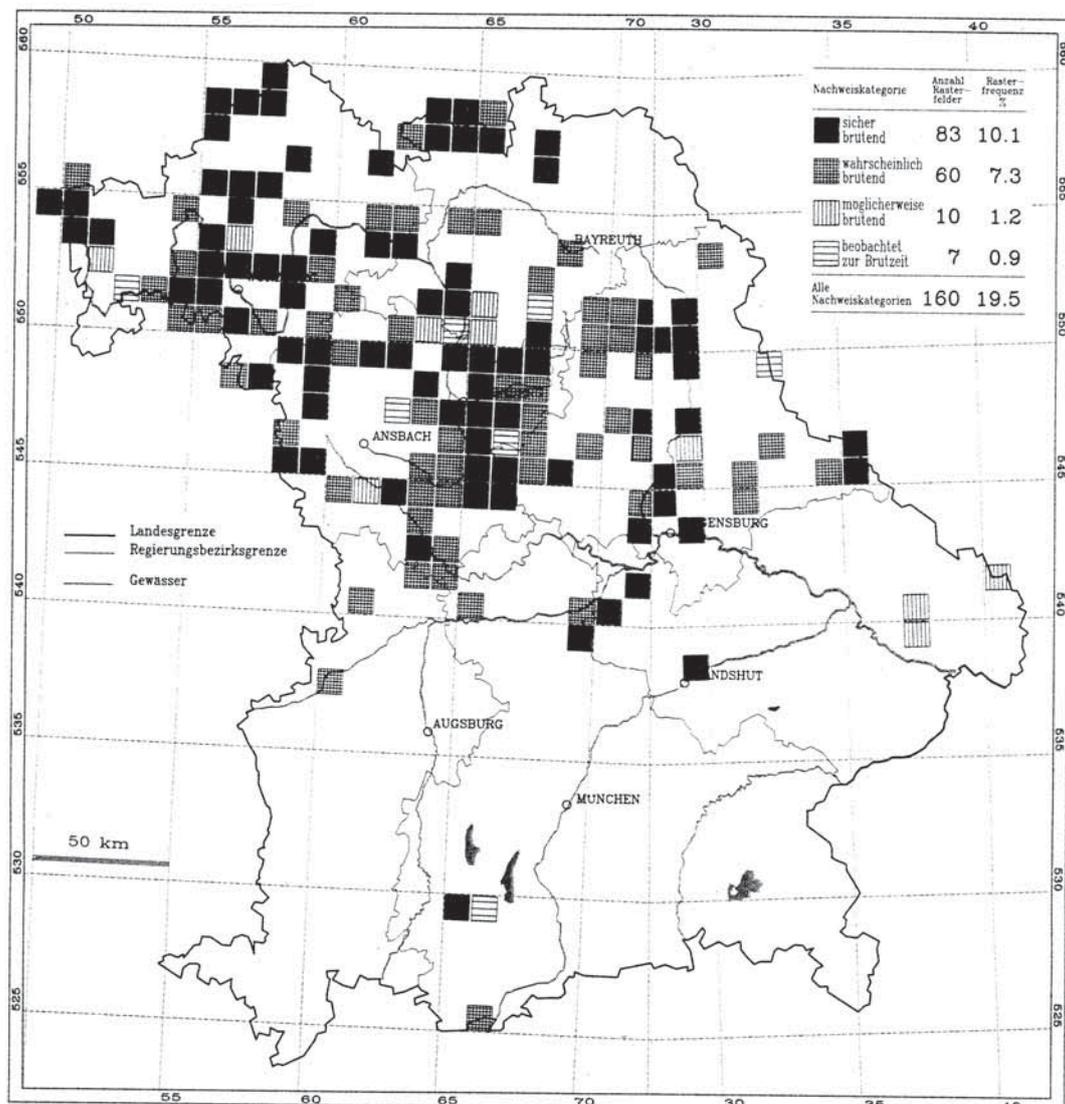


Abbildung 1/14

Verbreitung der Heidelerche (*Lullula arborea*) in Bayern (aus NITSCHKE & PLACHTER 1987: 146)

1.5.2.2 Reptilien und Amphibien

Unter den Reptilienarten Mitteleuropas kann keine Art als ausgesprochener Sandspezialist gelten. Einige Arten finden jedoch in Sand-Ökosystemen ideale Lebensbedingungen vor, unter anderem wegen der günstigen kleinklimatischen Verhältnisse. Die häufigste Reptilienart der Sand-Ökosysteme ist die Zauneidechse; örtlich ist die in Trockenbiotopen sehr selten gewordene Kreuzotter ein typischer Bewohner.

Bei der Planung von Pflegemaßnahmen ist aus der Sicht des Reptilienschutzes einer differenzierten Lebensraumgestaltung Aufmerksamkeit zu schenken. Neben geeigneten **Sommerlebensräumen** mit der entsprechenden Ausstattung an Strukturelementen wie Sonnen- plus Ruheplätze, Jagdreviere usw. müssen auch Winterquartiere vorhanden sein (z.B. Wurzelstöcke). Dabei können Jung- und Alttiere einer Reptilienart verschiedene Nahrungsbiotope, Sonnenplätze u. dgl. beziehen.

Die Amphibienfauna der Sand-Ökosysteme ist ebenfalls artenarm, zeichnet sich jedoch durch (sehr) selten gewordene Spezialisten aus. Eine ausgesprochene Präferenz für Sandböden zeigt die Knoblauchkröte. Typisch für Sandflur-Gebiete ist zudem die Kreuzkröte, die jedoch viel stärker ein eurytopes Verhalten zeigt und ganz allgemein "leichte" Böden zu besiedeln vermag (ursprünglich eine typische Auen-Art, heute Schwerpunkt in Sand- und Kiesgruben; siehe LPK-Band II.18 "Sand-, Kies- und Tongruben"). Beide Arten sind durch die Beherrschung von Eingrabetechniken (wobei Grabhöcker an den Zehen beim Eingraben behilflich sind) an einen feinkörnigen, deckungslosen (Fehlen von Steinen) und tagsüber trocken-warmen Standort angepaßt. Der Jahreslebensraum der Kröten schließt neben dem Landlebensraum auch geeignete Laichgewässer in erreichbarer Entfernung mit ein.

Kreuzotter - *Vipera berus* L., 1758

RL BRD: 2 ; RL Bayern: 2

Verbreitung in Bayern:

In Sandrasen-Lebensräumen heute nur noch in der Oberpfalz (z.B. Mittleres Naabtal) vorkommend, wo zum Teil enge räumliche Kontakte zu Moorgebiet mit Kiefern-Moorwäldern vorhanden sind. Die Populationen der Kreuzotter in den Quarz-Sandgebieten Bayerns sind heute allesamt akut vom Aussterben bedroht.

Autökologie:

In Sandgebieten bevorzugt die Kreuzotter lichtungsreiche Wald-Heide-Komplexe, also locker mit Zwergsträuchern (z.B. Besenheide) und mit Jungkiefern bestandene Sandflächen. Deckungsarme, offene Dünenansende werden gemieden (vgl. GEIGER 1984: 2)! Ein wichtiges Strukturelement stellen kleine (wenige m²), windgeschützte Offensand-Plätze dar. Als Winterquartiere werden deckungsreiche Strukturen mit alten Bäumen, Wurzel-Stubben, Kleinsäugerbauten usw. benötigt. Als Nahrungsbiotope für junge Kreuzottern sollten Kleingewässer vorhanden sein (GEIGER 1984). Habitatansprüche außerhalb von Sandrasen siehe LPK-Band II.9 "Streuwiesen" (hier Schwerpunkt!) und II.1 "Kalkmagerassen".

tope für junge Kreuzottern sollten Kleingewässer vorhanden sein (GEIGER 1984). Habitatansprüche außerhalb von Sandrasen siehe LPK-Band II.9 "Streuwiesen" (hier Schwerpunkt!) und II.1 "Kalkmagerassen".

Gefährdung:

- völliges "Zuforsten" der halboffenen Stellen;
- Verlust der deckungsreichen Struktur-Typen durch Sand-Abbau;
- Beunruhigung. Die Kreuzotter ist sehr störungsanfällig;
- Verfolgung.

Zauneidechse - *Lacerta agilis* L., 1758

RL BRD:- ; RL Bayern: 4R

Verbreitung in Bayern:

In den Sandflur-Gebieten ein durchweg häufiges Reptil! Wegen ihres eurytopen Verhaltens ist die Zauneidechse zwar "nur" regional gefährdet; wegen der stark intensivierten Landnutzung ist jedoch auch sie in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen.

Autökologie:

Optimalbiotope der Zauneidechse weisen neben stärker zugewachsenen Partien stets unbewachsene und nur spärlich bewachsene Teilflächen auf. Die Zauneidechse findet diese Bedingungen in einer Reihe von Struktur-Typen vor, so in vegetationsarmen Dünen und auf Sandrasen. Nach GLANDT (1987: 2) bevorzugen Alttiere mit niedriger, krautiger Vegetation bewachsene Bodenpartien, während Jungtiere unbewachsene bis sehr spärlich bewachsene Flächen aufsuchen. Zur vollständigen Habitat-Ausstattung der Zauneidechse gehören sowohl sonnexponierte, unbewachsene Flächen (z.B. an aufgerissenen Terrassenböschungen) wie deckungsreiche Versteckplätze. Eine offene Sandflur mit einzelnen Gebüsch und vegetationsfreien Stellen von 3-5 Hektar Größe kann ca. 30 - 50 erwachsenen Tieren Lebensraum bieten (vgl. GLANDT 1987: 3). Als Vernetzungskorridore benötigt die Zauneidechse mindestens 10-15 Meter breite Geländestreifen (GLANDT 1987). Als grober Richtwert für die Maximaldichte zwischen Zauneidechsen-Kolonien, bei der ein regelmäßiger Individuenaustausch noch möglich zu sein scheint, ist die von JEDICKE (1990:175) angegebene Entfernung von 1-5 km anzusehen.

Gefährdung:

- Bewaldung oder Aufforstung ehemals offener Sandfluren;
- Verfüllung von Sandgruben;
- Überbauung von sandigen Ruderalstellen;
- Meliorisierung mit Fremdboden und Ansaat/Bepflanzung von Straßen- und Wegböschungen;
- Vernichtung verbindender Sandflur-Saumbiotop (z.B. durch eine landwirtschaftliche Intensivnutzung, die hart bis an Waldränder heranreicht).

Knoblauchkröte - *Pelobates fuscus* LAUR., 1768 RL BRD: 3 ; RL Bayern: 2

Verbreitung in Bayern:

Die Knoblauchkröte ist in Süddeutschland weitgehend an Sandgebiete gebunden und zeigt deshalb ein stark zersplittertes Areal. Siedlungsschwerpunkte bilden Dünengebiete, Sandfelder und Sandgruben, aber auch Sand-Kiefernwälder. Nicht oder nur ausnahmsweise wird sie in Höhen oberhalb von 300 Meter ü. NN gefunden.

Autökologie:

Landlebensraum: Als Anpassung an die extremen Standortverhältnisse insbesondere an Strahlungstagen gräbt sich die Knoblauchkröte tagsüber ein! Sie ist deshalb auf leicht umgrabbare Lockersandböden und Ackerlandschaften mit leichten Böden beschränkt. Die höchsten Abundanzen werden bei Korngrößen der Bodenteilchen zwischen 0,5 und 3 mm erzielt (nach MEISSNER in BLAB 1986). Die von JEDICKE (1990:175) angegebene "kritische Vernetzungsdistanz" von 0,3 km gilt nicht in Gebieten mit großflächigen, lichten Sandkiefernwäldern; hier besteht bei Neuanlage bzw. Regeneration geeigneter Laichgewässer eine gute Aussicht auf Zuwanderung auch aus größerer Entfernung.

Laichgewässer: Die Entfernung von Land- und geeigneten Laichhabitaten beträgt meist weniger als

400 bis 600 Meter, in der Regel etwa 200 Meter (GLANDT 1983: 2). Die Knoblauchkröte laicht zu meist in Gewässern mit Wasserpflanzen und Röhrichtten (GLANDT 1983), nimmt aber auch vegetationslose Fischteiche an, wie in Mittelfranken beobachtet wurde (REICH 1989, mdl.).

Gefährdung:

- völliges Zuwachsen der offenen Sandflächen, Aufforstungen;
- Zerstörung der Laichgewässer;
- Abkappen der Verbindungswege zwischen den Laichgewässern und dem Landlebensraum (z.B. durch den Bau von Straßen);
- Reitsport auf unbefestigten Sandwegen, wo die tagsüber im Lockersand eingegrabenen Tiere durch Tritt zu Tode kommen.

Kreuzkröte - *Bufo calamita* LAUR. 1768 RL BRD: 3 ; RL Bayern: 3

Verbreitung in Bayern:

Die Kreuzkröte ist für die Sandgebiete weit weniger spezifisch als die Knoblauchkröte. Sie besiedelt auch lockere Lehmböden und vegetationsarme Kiesböden. Die Höhenverbreitung bewegt sich in Bayern zwischen 100 und 700 Meter.

Landlebensraum: Die Kreuzkröte besiedelt Sandflächen mit schütterer Vegetation. PLACHTER (1985:

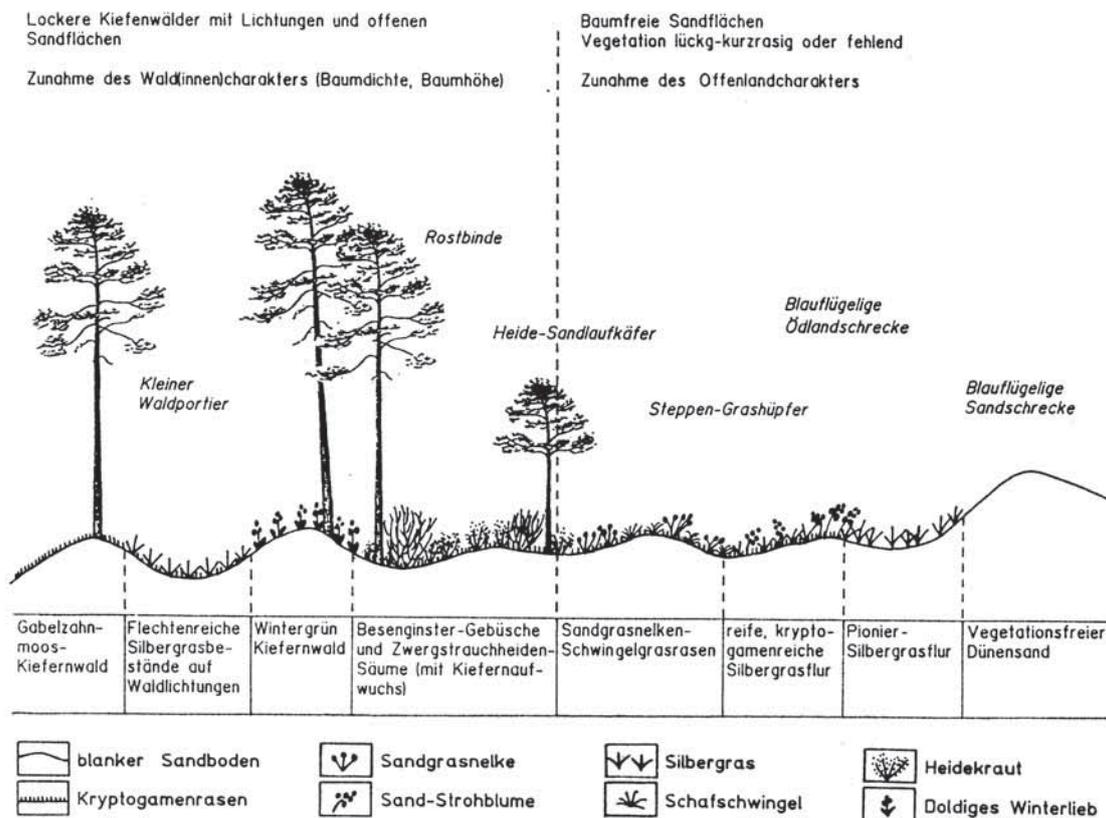


Abbildung 1/15

Einnischung ausgewählter Insektenarten in Sandrasen-Ökosysteme (eigener Entwurf)

53) fand diese Krötenart auf den Sandflächen des Brombachspeichers im Bereich trockener Sandrasen. Im Altdorfer Dünengebiet besiedelt sie offene Sandgrubenböschungen ebenso wie lichten, aber geschlossenen Kiefernwald, wo sie sich tagsüber in Sandwege eingräbt. Dort künstlich angelegte Laichtümpel werden gut angenommen.

Laichgewässer: Als ausgesprochener Laichplatzvaabund ist die Kreuzkröte auf kleine bis sehr kleine, temporäre Flachgewässer angewiesen. Diese von Oberflächenwasser gespeisten Kleinstgewässer sollten vegetationsfrei oder vegetationsarm sein (HÜBNER 1986: 2).

Gefährdung:

siehe Knoblauchkröte!

1.5.2.3 Insekten und Spinnen

Mehr noch als auf den Floristen üben die Sandrasen-Ökosysteme auf Entomologen und Arachnologen eine magische Anziehungskraft aus. Sie haben dort die Möglichkeit, einer großen Zahl von Insektenarten oder Spinnenarten zu begegnen, die sie in anderen Lebensräumen niemals oder höchstens im Ausnahmefall zu Gesicht bekommen.

Im Rahmen des LPK werden die ökologischen Ansprüche der Sand-Heuschrecken und einiger ausgewählter Tagfalter-, Wildbienen-, Wanzen- und Spinnenarten näher vorgestellt. Auf diese Weise soll veranschaulicht werden, daß unterschiedlichste art-spezifische Bedürfnisse von gefährdeten Sandinsekten bei der Pflege- und Entwicklungsplanung von Sandrasen-Ökosystemen in angemessener Weise Berücksichtigung finden müssen.

Die für Sandrasen-Ökosysteme charakteristische Insekten- und Spinnenfauna zeichnet sich v.a. durch Arten aus, die den "rohbodenreichen" Strukturtypen zuzurechnen sind, insbesondere den vegetationsarmen bis -freien Lockersanden, den lückigen Pioniersilbergrasbeständen, aber auch den oft nur kleinflächigen, etwas verfestigten, vegetationslosen Sandstellen an Windanrissen und Steilabbrüchen. Einige auf Sandrasen-Ökosysteme weitgehend spezialisierte Insektenarten haben ihren Schwerpunkt in bereits geschlossenen Sandrasen oder sogar in lichterem Sand-Kiefernwäldern (vgl. Abb. 1/15, S. 52).

Sie weist viele Arten auf, die eng an Sandrasen gebunden sind oder ansonsten nur in anderen trockenwarmen oder rohbodenreichen Biotopen (v.a. Kalkmagerrasen) zu leben vermögen.

Bezogen auf die extremen Standortverhältnisse ist die Kleintierfauna keineswegs artenarm. Setzt man die hier vorhandene Artenvielfalt offener Sandrasen-Ökosysteme in Beziehung zum Flächenanteil dieses Biotoptyps in Bayern, tritt dessen relativer Artenreichtum noch deutlicher zutage.

1.5.2.3.1 Tagfalter

Nur wenige Tagfalter entwickeln sich in Sandrasen-Ökosystemen (zahlreiche beziehen blütenreiche Partien dieses Lebensraumes dagegen in ihr Nahungshabitat mit ein. Die Informationen über noch

bestehende Vorkommen und Ansprüche der beiden *Hipparchia*-Arten in Sandrasen-Ökosystemen sind äußerst spärlich, Beobachtungen daher dringend erwünscht!

Kleiner Waldportier -

Hipparchia hermione (= *alyone* D. & S., 1775)

RL BRD: 1 ; RL Bayern: 1

Verbreitung in Bayern:

Früher in den fränkischen Sand-Kiefernwaldgebieten häufig und nach GARTHE (in WEIDEMANN 1988:276) noch um 1970 häufig, danach zunehmend seltener und nach RIESCH (in WEIDEMANN 1988:276) dort seit 1980 verschollen. Das ABS P WUG verzeichnet einen Nachweis von 1982.

Autökologie:

Typischer Falter besonnter, trockener Kiefernwald-Ränder und -Lichtungen auf Sand. Die Raupe lebt an Gräsern und überwintert halb erwachsen. Die Falter sonnen sich auf dem Boden sitzend und ruhen in der Mittagshitze an Kiefernstämmen tiefer im Wald (WEIDEMANN 1988:276). Sie saugen an *Knautia*, *Centaurea* und - oft gemeinsam mit der Rostbinde - an *Thymus*.

Rostbinde - *Hipparchia semele* L., 1758

RL BRD: 3 ; RL Bayern: 2

Abgesehen von Kalkmagerrasen-Lebensräumen vermag die Rostbinde auch in warmen, sehr lichten Kiefernwäldern auf Sand zu leben. Die Raupe lebt an *Festuca*-Arten, *Agrostis tenuis* und *Corynephorus canescens*. Weitere Angaben zu Autökologie und Förderungsmöglichkeiten siehe LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen".

Idas-Bläuling - *Lycaeides idas* L., 1761

RL BRD: 3 ; RL Bayern: 3

Verbreitung in Bayern:

In Bayern vermutlich weit, aber lückenhaft verbreitet, aufgrund der Verwechslungsgefahr mit *Plebejus argus* unzureichend bekannt.

Autökologie:

Der Idas-Bläuling lebt in Bayern sowohl in Kalkmagerrasen (hier entwickelt sich die Raupe an Leguminosen), als auch in Sandrasen-Ökosystemen, an die zumindest regional eine enge Bindung besteht.

Habitatansprüche: In Sandrasen-Lebensräumen legt *Lycaeides idas* nach den Beobachtungen von EBERT & RENNWALD (1991:325) seine Eier durchweg an gut zugängliche *Sarothamnus scoparius*-Sträucher, etwa an Wegrändern oder in sehr lückigen Ginsterfluren. Der Idas-Bläuling bevorzugt offenbar frühe Sukzessionsstadien von Ginsterflächen. Die Eier überwintern an der Pflanze. Dem Bläuling kommt es daher zugute, wenn bei Entbuschungsmaßnahmen voll besonnte Bereiche mit Ginster-Jungwuchs partienweise stehengelassen werden. Ob in Sandrasen auch *Calluna vulgaris* als Raupenfutterpflanze dient (von WEIDEMANN 1986:220 als Raupennährpflanze in bodensauren

Gebieten genannt) ist noch unsicher. Die Falter scheinen nur selten Blüten zu besuchen (z.B. *Jasione montana* nach EBERT & RENNWALD 1991:327), was möglicherweise als Anpassung an die oftmals blütenarmen Sandhabitats zu deuten ist.

Sonnenröschen-Bläuling -*Aricia agestis* D. & S., 1775

RL BRD: 3 ; RL Bayern: 4R

Verbreitung in Bayern:

Der Sonnenröschenbläuling ist weit verbreitet, aufgrund seiner Beschränkung auf trockenwarme Lebensräume aber im Rückgang.

Autökologie:

Zu den unverzichtbaren Lebensräumen der Art gehören in Bayern außer Kalkmagerrasen und mageren Streuobstwiesen Sand-Ökosysteme. In Sandgruben, sandigen Rändern von Kiefernwäldern etc. werden *Geranium pusillum* (gelegentlich auch *Geranium molle*), *Erodium cicutarium*, in ruderalisierten Partien auch *Geranium dissectum* mit Eiern belegt (EBERT & RENNWALD 1991:341f). Die Falter saugen u.a. an *Jasione montana*.

Kleiner Feuerfalter - *Lycaena phlaeas* L., 1761

Weit verbreitete und (noch) ungefährdete Tagfalterart, jedoch mit klarem Schwerpunkt in den Sandgebieten (weitere Vorkommen in Ruderalfluren etc.). Sie legt dort ihre Eier an Ampferarten, v.a. *Rumex acetosella*, jedoch nur an Stellen mit sehr schütterem Pflanzenwuchs (das Weibchen landet nach EBERT & RENNWALD 1991:210 vor der Eiablage oftmals an vegetationsfreien Bodenstellen und läuft zur Eiablagepflanze!).

Vermutlich ist der kleine Feuerfalter deshalb noch gebietsweise häufig, weil der sehr vagilen Art auch kleinere "Störstellen" mit geeigneten Raupenfutterpflanzen als Reproduktionshabitat ausreichen.

1.5.2.3.2 Heuschrecken

Die Anzahl der Heuschrecken-Arten, die in Sandrasen-Ökosystemen ihren Schwerpunktlebensraum besitzen, ist relativ niedrig (etwa im Vergleich zu den Artenmengen, die in Kalkmagerrasen-Lebensraumkomplexen zu erwarten sind). Hierbei handelt es sich überwiegend um Spezialisten, die ihren Hauptaktionsraum auf nahezu vegetationsfreie Sandflächen verlegen oder Sande mit einer zumindest lückigen Vegetationsdecke bevorzugen. Oft scheinen jedoch eher bestimmte Ansprüche an die meso- und mikroklimatischen Verhältnisse oder die Vegetationsstruktur den Ausschlag zu geben, weniger das Substrat allein.

Für vier Heuschrecken-Arten stellen Sand-Ökosysteme in Bayern zumindest regional einen Schwerpunktlebensraum dar: Hierzu gehört, als wohl anspruchsvollster Spezialist, die bereits mehrfach erwähnte Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caerulans*). Der Steppen-Grashüpfer (*Chorthippus vagans*) hat daneben auch kleine Vorkommen auf

isolierten, kleinflächigen Jura-Felstürmen. Die Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) und die Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulescens*) sind in ähnlicher Weise auf anderen Substraten an Stellen mit offen-lückigen Strukturen und trocken-warmem Bestandsklima vertreten. Vom Steppen-Grashüpfer abgesehen können sämtliche Sand-Heuschrecken als sehr gute Pionier-Arten gelten (HEUSINGER 1988: 21), während einige Arten der Jura-Trockenhänge sich im Vergleich dazu als eher besiedlungsträge und ausgesprochen standortkonservativ präsentieren.

Der Pioniercharakter einiger Sandheuschrecken liefert zugleich für jedermann eine einleuchtende Begründung dafür, weshalb in umfassenden Pflege- und Entwicklungskonzepten zu Sandrasen-Ökosystemen Abbau-Gebiete und anderweitige Sekundärstandorte als Teil- oder in manchen Fällen sogar als Schwerpunkt-Komponenten Beachtung finden müssen!

Als Beispiel für die in Sandrasen-Ökosystemen auftretende Heuschrecken-Artengarnitur seien die Sandrasen des Landkreises Weißenburg-Gunzenhausen angeführt (Tab. 1/1, S. 57). Der Grad der Bindung bzw. der Stellenwert der Sandrasen im Habitatspektrum der Arten variiert allerdings regional erheblich und kann daher nicht uneingeschränkt auf die Verhältnisse in den übrigen bayerischen Sandgebieten übertragen werden.

Die Ansprüche der, zumindest regional eng an Sandrasen-Ökosysteme gebundenen, gefährdeten Heuschreckenarten werden im folgenden kurz charakterisiert (zu den anderen Arten siehe übrige LPK-Bände, z.B. Band II.1 "Kalkmagerrasen")

Die Informationen zu den näher vorgestellten Heuschreckenarten entstammen hauptsächlich den Arbeiten von BELLMANN (1985) und HEUSINGER (1988).

Blauflügelige Sandschrecke -*Sphingonotus caerulans* L., 1767

RL BRD: 2 ; RL Bayern: 1

Verbreitung in Bayern:

Als bedeutendstes Vorkommen der Blauflügeligen Sandschrecke in Bayern galten die Bestände der Rezat-Brombach-Sande vor dem Bau des Brombach-Speichers (vgl. PLACHTER 1985: 86, HEUSINGER 1988: 13). Durch den Verlust der Mehrzahl der Brombach-Vorkommen gerät *Sphingonotus caerulans* in akute Gefahr, in Bayern auszusterben (HEUSINGER 1989, mdl.). Überregional bedeutsame Vorkommen sind noch im Raum Nürnberg erhalten (z.B. in Sandgruben bei Altdorf). Diesen kommt für die Erhaltung der Art in Bayern entsprechend hohe Bedeutung zu.

Autökologie:

Bei der Blauflügeligen Sandschrecke handelt es sich um eine ausgesprochen wärmebedürftige Heuschrecken-Art. Von allen Heuschrecken der Sand-Ökosysteme zeigt sie die strengste Bindung an vegetationsarme und vegetationsfreie Sand-Standorte und läßt zudem den größten Flächenbedarf erken-

Tabelle 1/1

Heuschrecken-Artengarnitur der Sand-Ökosysteme im Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen (nach HEUSINGER 1988). Der Bindungsgrad der einzelnen Heuschrecken-Arten an Sandrasen-Lebensräume hängt von den regionalen Gegebenheiten ab. Die Ergebnisse für den Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen dürfen deshalb nicht als für ganz Bayern repräsentativ betrachtet werden.- In Klammern Gefährdungsgrad nach Rote Liste Bayern (LfU1992)

| | |
|---|----------------------------------|
| Auf Sand-Ökosysteme beschränkte Arten | |
| <i>Sphingonotus caeruleus</i> | Blauflügelige Sandschrecke (1) |
| <i>Myrmeleotettix maculatus</i> | Gefleckte Keulenschrecke (4R) |
| Arten mit Schwerpunkt-Lebensraum in Sand-Ökosystemen (andere Biotoptypen, z.B. Kalktrockenrasen, haben für die Art eine geringere Bedeutung) | |
| <i>Chorthippus vagans</i> | Steppen-Grashüpfer (3) |
| <i>Oedipoda caeruleus</i> | Blauflügelige Ödlandschrecke (2) |
| <i>Chorthippus brunneus</i> | Brauner Grashüpfer |
| Die Sand-Ökosysteme sind einer von mehreren Schwerpunktlebensräumen (andere Schwerpunktlebensräume sind v.a. Kalkmagerrasen) | |
| <i>Chorthippus biguttulus</i> | Nachtigall-Grashüpfer |
| <i>Chorthippus mollis</i> | Verkannter Grashüpfer (3) |
| <i>Gryllus campestris</i> | Feld-Grille (3) |
| In Sand-Ökosystemen regelmäßig anzutreffende Arten (den Schwerpunkt-Lebensraum stellen andere Biotop-Typen dar) | |
| <i>Platycleis albopunctata</i> | Westliche Beißschrecke (3) |
| <i>Stenobothrus lineatus</i> | Heide-Grashüpfer (4R) |
| <i>Chrysochraon dispar</i> | Große Goldschrecke (3) |
| <i>Gomphocerus rufus</i> | Rote Keulenschrecke |
| <i>Metrioptera brachyptera</i> | Kurzflügelige Beißschrecke |
| <i>Metrioptera roeseli</i> | Roesels Beißschrecke |
| <i>Nemobius silvestris</i> | Waldgrille |
| <i>Pholidoptera griseoaptera</i> | Gewöhnliche Strauschschrecke |
| <i>Tetrix nutans</i> | Langfühler-Dornschröcke |
| <i>Tetrix undulata</i> | Gemeine Dornschröcke |
| In Sand-Ökosystemen nur durch wenige Einzelfunde belegte Arten | |
| <i>Chorthippus apricarius</i> | Feld-Grashüpfer (3) |
| <i>Omocestus haemorrhoidalis</i> | Rotleibiger Grashüpfer (3) |
| <i>Omocestus ventralis</i> | Buntbäuchiger Grashüpfer (2) |
| <i>Tettigonia viridissima</i> | Grünes Heupferd |
| In Sand-Ökosystemen nur durch wenige Einzelfunde belegte Arten; seit langem nicht mehr im Lkr. WUG nachgewiesen | |
| <i>Calliptamus italicus</i> | Italienische Schönschröcke (1) |
| <i>Podisma pedestris</i> | Gewöhnliche Gebirgsschröcke (1) |

nen. MERKEL (1980: 66) konnte *Sphingonotus caeruleus* niemals auf derartigen Flächen beobachten, wenn nicht eine Ausdehnung von 200 m² überschritten wurde. In Baden-Württemberg sind isolierte Flächen von 150-200 m² besiedelt.

Der notwendige Flächenbedarf vegetationsfreier und -armer Sande für dauerhaft lebensfähige Populationen von *Sphingonotus caeruleus* ist jedoch wahrscheinlich viel höher! Nach HEUSINGER (1989, mdl.) sind hierfür mindestens 5.000 m², bes-

ser die doppelte Fläche zu veranschlagen. Von wirklich günstigen Lebensraumstrukturen für die Blauflügelige Sandschröcke kann erst die Rede sein, wenn mehrere ca. halbhektargroße, kahle Sandflächen eng über vegetationsarme Verbindungsstrukturen miteinander vernetzt sind (vgl. Foto 2).

Erst das Vorhandensein einer lebensfähigen *Sphingonotus caeruleus*-Population (mindestens 50-100 Pärchen) gestattet die Annahme, daß das Minimum-Areal der (Teil-) Lebensgemeinschaft der vegetati-

onsfreien und vegetationsarmen Sande (Struktur-Typen 1 und 2 nach Kapitel 1.1.1.1, S.17) erreicht ist (vgl. Foto 2).

In Bayern bewohnt die Art heute hauptsächlich aufgelassene Grubenareale und Abbaustellen. Sie verschwindet bei Aufkommen einer dichteren Vegetation. So hat sie den Standortübungsplatz Hainberg südwestlich Nürnberg nach Einstellung der Fahrübungen mit Kettenfahrzeugen in den letzten Jahren als Lebensraum eingebüßt, während die weniger anspruchsvolle Blauflügelige Ödlandschrecke dort aktuell noch starke Vorkommen aufweist.

Blauflügelige Ödlandschrecke - *Oedipoda caerule-scens* L., 1758

RL BRD: - ; **RL Bayern: 2**

Verbreitung in Bayern:

Die Blauflügelige Ödlandschrecke ist in ganz Bayern lokal verbreitet. Nur im mittelfränkischen Sandgebiet zeigt die Art innerhalb Bayerns noch ein einigermaßen geschlossenes Verbreitungsbild.

Autökologie:

Die wegen ihrer Flügelfärbung (nur im Flug sichtbar!) ebenfalls zu den besonders attraktiven Heuschrecken-Arten zählende Blauflügelige Ödlandschrecke zeigt hinsichtlich der Vegetationsfreiheit und Ausdehnung der Sandfluren ein weniger anspruchsvolles Verhalten als die Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleans*), zugleich ist sie offenbar weniger wärmebedürftig.

Allerdings wird auch *Oedipoda caeruleans* nach MERKEL (1980: 66) kaum einmal auf Sandflächen mit einem Deckungsgrad der Vegetation von über 50% beobachtet; zudem muß es sich hierbei um mindestens 30-40 m² große Stellen handeln (Untergrenze bei miteinander im Austausch stehenden Kolonien). Der Flächenbedarf an vegetationsfreien und vegetationsarmen (weniger als 50% Deckung) Sandfluren, der nötig ist, um autarke, langfristige lebensfähige *Oedipoda*-Populationen (ca. 50-100 Pärchen) zu beherbergen, muß mit mindestens mehreren 100 bis 1.000 m² Größe veranschlagt werden.

Außer Sand-Ökosystemen vermag die Blauflügelige Ödlandschrecke auch vegetationsarme, mit steinigen und felsigen Stellen durchsetzte Kalk-Trockenrasen zu besiedeln (siehe LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen"). Aufgrund dieser größeren ökologischen Valenz ist *Oedipoda caeruleans* nicht in dem Maße akut vom Aussterben bedroht wie die extremer spezialisierte Blauflügelige Sandschrecke. Da die Bestände auf Kalk wie auf Sand gleichermaßen rückläufig sind, ist der stark gefährdeten Art bei Pflegemaßnahmen dennoch besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Steppen-Grashüpfer - *Chorthippus vagans* EVERS MAN, 1848

RL BRD: - ; **RL Bayern: 2**

Verbreitung in Bayern:

Der Steppen-Grashüpfer ist zumindest regional eine auf Sand-Ökosysteme nahezu beschränkte, stark wärmebedürftige Heuschrecke (vgl. HEUSINGER

1988). Der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Bereich des Mittelfränkischen Beckens. Regional sind auch Kalkmagerrasen unverzichtbare Lebensräume (vgl. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen").

Autökologie:

Innerhalb der Sand-Ökosysteme bevorzugt diese Heuschrecke Stellen mit zumindest spärlicher Vegetation und vermag stärker als *Oedipoda caeruleans* und erst recht als *Sphingonotus caeruleans* in die "eigentlichen" Sandrasen und in Wegrand- und Schneisenbereiche lichter bis sehr lichter Kiefern-wälder vorzustoßen. Die Bindung an vegetationsfreie und vegetationsarme Sandflächen fällt erheblich weniger deutlich aus als bei den blauflügeligen Heuschrecken. Im Aلدorfer Dünengebiet siedelt sie an *Calluna*-reichen Waldrändern sowie an Wegrändern mit vorgelagerten lückigen Böschungen oder auf Sandwegen mit Schwingelfluren und Teppichen aus Sand-Thymian.

Andererseits ist der Steppen-Grashüpfer nach HEUSINGER (1988: 15) nicht als Pionierart einzustufen und tritt im Verlauf einer Neubesiedlung von Ersatzlebensräumen als "letzte" der Heuschrecken-Arten auf, die in Sand-Ökosystemen ihren Schwerpunkt-Lebensraum besitzen (und nur bei Vorhandensein nahegelegener Kolonien). Mit der "Neuschaffung" von Sandfluren ist dieser Heuschrecken-Art daher weniger "leicht" zu helfen als z.B. der Blauflügeligen Ödlandschrecke. Eine gute Verbundsituation zu Sandrasen mit langer Biotoptradition und Kolonien der Art ist daher zur gezielten Förderung dieser Art durch Biotopneuschaffungsmaßnahmen herzustellen (günstig ist z.B. die Auflichtung trennender Waldbestände).

Gefleckte Keulenschrecke - *Myrmeleotettix maculatus* THUNBG., 1815

RL BRD: - ; **RL Bayern: 4R**

Verbreitung in Bayern:

In den Sandgebieten Nordbayerns ist die Gefleckte Keulenschrecke noch weit verbreitet. In Südbayern ist sie dagegen als gefährdet anzusehen.

Autökologie:

Myrmeleotettix maculatus besiedelt bevorzugt Sandrasen-Ökosysteme; unverzichtbare Lebensräume stellen regional (z.B. in Oberbayern) auch Kalkmagerrasen und verheidete Bereiche von Hochmooren dar.

Die Gefleckte Keulenschrecke ist ebenfalls ein Spezialist vegetationsarmer und vegetationsfreier Bereiche, jedoch bei weitem nicht so wärmebedürftig wie z.B. die Blauflügelige Sandschrecke oder der Steppen-Grashüpfer. Auch ihre Bindung an Sand ist nicht streng, sondern sie findet sich an vergleichbaren Magerrasen-Habitaten mit lückiger Struktur und günstigem Mikroklima ebenso.

In den Geestsand-Gebieten der norddeutschen Tiefebene ist *Myrmeleotettix maculatus* sehr verbreitet, auch in Bayern ist sie nicht nur in den klimatisch begünstigten, sondern auch in den kühlest und niederschlagreichsten "Sand-Provinzen" häufig. Die Art ist ausgesprochen pionierfreudig und taucht

z.B. auch in Grubenarealen, sowie an Stellen mit Bodenverwundungen auf Kahlschlägen und "Holzrückeplätzen" in Kieferwaldgebieten auf Sanden auf.

Brauner Grashüpfer - *Chorthippus brunneus* THUNB., 1815

Aufgrund der vergleichsweise weiten standörtlichen Amplitude der Art und ihrer ausgeprägten Vagilität (vgl. HEUSINGER 1988: 15) ist derzeit keine Gefährdung erkennbar. Der Braune Grashüpfer kommt in verschiedenen trockenen Lebensräumen vor, z.B. außer in Sandrasen auch in Kalkmagerrasen, trockenen Ruderalfluren, Steinbrüchen. Er zeigt keine Bindung an Sandböden, sondern akzeptiert ebenso andere Substrate (Keuper, Granitgrus etc.), solange ein hoher Rohbodenanteil gegeben ist. Regional besitzt der Braune Grashüpfer allerdings seine Schwerpunkt-Vorkommen in Sand-Ökosystemen. Das Strukturtypen-Spektrum ist dabei recht breit gefächert: außer auf vegetationsarmen Sandgrubenböden lebt *Chorthippus brunneus* auch in lockerrasigen Flächen und in Lichtungen von Sand-Kiefernwäldern (vgl. BELL-MANN 1985:192).

1.5.2.3.3 Wildbienen

Die Informationen zu den Wildbienen stammen fast ausschließlich aus dem Werk von WESTRICH (1989).

Der größte Teil der Flugsandarten unter den Wildbienen nistet in +/- lockeren oder auch in mehr oder weniger festgelegten, offenen Sanden und ist auf unbewaldete Dünen oder Flugsandfelder angewiesen (vgl. WESTRICH 1989: 74). Die Bindung an diesen Biotop-Typ ist dabei von Art zu Art recht unterschiedlich. Es lassen sich folgende "Lebensform-Typen" herauskristallisieren:

- Die **Ganzsiedler** (Einbiotopbewohner im Sinne von WEIDEMANN 1986:37) verlassen diesen Lebensraum niemals. Sie benötigen die Sande nicht nur zur Anlage ihrer Wohn- und Brutröhren, sondern sind zur Nahrungsbeschaffung obligatorisch auf Sandrasenpflanzen angewiesen. Sie nutzen die Sandrasen-Lebensraumkomplexe also als Brut- und Nahrungshabitat. Naturgemäß benötigen lebensfähige Populationen dieser Lebensform-Gruppe ausgedehnte, +/- eng zusammenhängende Dünen- und Brutgebiete, die zudem ausreichend vor Tritt und Beunruhigung geschützt sein müssen. Die "Ganzsiedler" der Flug- und Dünenandgebiete sind fast ausnahmslos stark gefährdet, vom Aussterben bedroht oder sogar schon ausgestorben, wie WESTRICH (1989) für die Sandgebiete Baden-Württembergs unlängst dargestellt hat. So ist *Andrena chrysopeus* in Bayern inzwischen verschollen. Sie nistet in Flugsandfeldern und Binnendünen in selbstgegrabenen Hohlräumen. Die einzige Pollenquelle bildet der wildwachsende Spargel (*Asparagus officinalis*); der Kulturspargel kann von dieser Wildbiene wegen seiner späteren Blütezeit nicht genutzt werden (WESTRICH 1989: 478). Im Vergleich zu *Nomioides minu-*

tissimus ist *Andrena chrysopeus* weniger an intakte, ungestörte Flugsand- und Dünengebiete gebunden, sondern kann in ihren Aktionsradius auch stärker Sandackerbrachen einbeziehen, wenn diese in der Nähe vorhanden sind und Vorkommen der Futterpflanze aufweisen (fakultativer Einbiotopbewohner).

Die in Bayern akut vom Aussterben bedrohte Steppenbienenart *Nomioides minutissimus* (ABSP:KT 1/1982) nutzt als Hauptpollenquelle den Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*) (vgl. WESTRICH 1989: 74). Ohne diese Pflanze kann *Nomioides minutissimus* in unseren Breiten nicht überleben. Zur Nestanlage bevorzugt diese Wildbienenart gänzlich oder nahezu vegetationsfreie Stellen, die eben oder schwach geneigt sind. In Deutschland werden die Nester nur in Flugsanden angelegt, im östlichen Europa nimmt die Art auch mit anderen Bodenarten vorlieb (WESTRICH 1989: 139). Der Hauptgang erreicht eine Tiefe von 15-22 cm bei einem Durchmesser von 2-3 mm.

- Die **Sandnister** sind zur Anlage von Wohn- und Brutröhren obligatorisch auf offene Sande (Flugsande, Dünengebiete, Sandgruben etc.) angewiesen (Nutzung als Bruthabitat). Als Pollenquelle dienen überwiegend oder sogar ausschließlich Pflanzenarten außerhalb der Sand-Ökosysteme in diversen Kontaktlebensräumen (Biotopkomplexbewohner im Sinne von WEIDEMANN 1986:37). Für diese Lebensformgruppe ist ein blütenreiches Umfeld von Ruderalfluren, Wiesen oder Weidengebüschen unverzichtbar. Da das Umfeld der als Naturschutzgebiete geschützten Dünen- und Sandrasenreste heute häufig intensiv landwirtschaftlich genutzt wird, ist diesen Arten die Lebensbasis entzogen. Auch bei den Sandnistern ist die Repräsentanz in den Roten Listen daher sehr hoch.

Die strikte Trennung von Brutlebensraum in Sandgebieten und Nahrungslebensraum außerhalb davon wird vor allem bei *Colletes cunicularius* (RL Bayern 3) deutlich: Als Pollenquelle werden ausschließlich Weiden-Arten genutzt, unter anderem *Salix caprea*, *S. cinerea*, *S. aurita* und *S. viminalis*. Die Nestanlage dieser solitären Bienenart erfolgt ausschließlich in Schwemmsanden der Flußauen oder in Flugsandgebieten, oftmals in Aggregationen von mehreren tausend Individuen.

Die nah verwandte, in Bayern vom Aussterben bedrohte Wildbiene *Colletes marginatus* nistet ausschließlich in Flugsandfeldern und Binnendünen (ABSP:BA 11/1989, KT 1/1988). Es handelt sich um eine oligolektische, d.h. beim Blütenbesuch auf Schmetterlingsblütler spezialisierte Art (z.B. *Trifolium arvense*, *Trifolium repens*, *Melilotus alba*, *Melilotus officinalis*, *Medicago sativa*).

Die in Bayern stark gefährdete *Anthophora bimaculata* (ABSP: BA 8/1990; KT 2/1988) ist zur Nestanlage streng an Sandgebiete gebunden und nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in Sandböden. Als Blütenbesucher verhält sich diese Wildbiene polylektisch und nutzt als Pollenquelle Ruderalpflanzen wie die Gewöhnliche Kratz-

distel (*Cirsium vulgare*), das Gewöhnliche Bitterkraut (*Picris hieracioides*), die Gewöhnliche Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*), den Tüpfel-Hartheu (*Hypericum perforatum*) und andere Arten. Unter den Sandrasenpflanzen werden die Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*) und der Hasen-Klee (*Trifolium arvense*) befliegen. Bei einem Pollenflug werden die Blütenbesuche je nach Angebot willkürlich aneinander gereiht.

- Die **Nahrungssucher** nisten in benachbarten Ruderalfluren oder Gebüsch und nutzen die Sandgebiete nur als Nahrungshabitat, wobei die Abhängigkeit unterschiedlich stark ausfallen kann. Die Arten dieser Lebensformgruppe sind zumeist weniger stark gefährdet. Eine Ausnahme macht die Wildbienenart *Anthidium lituratum*, die in Bayern vom Aussterben bedroht ist (ABSP:BA 1/1989). Sie besitzt als Siedlungsschwerpunkt Ruderalstellen trocken-warmer Standorte und nistet in markhaltigen, dünnen, abgebrochenen Zweigen von Brombeeren (*Rubus*), Disteln (*Cirsium*, *Onopordum*) und Königskerzen (*Verbascum*). Hauptpollenquellen sind die Gewöhnliche Kratzdistel (*Cirsium vulgare*) und die in Sand-Ökosystemen verbreitete Rispen-Flockenblume (*Centaurea stoebe*).
- Die **Kuckucksbienen** verzichten, wie der Name nahelegt, auf eigene Brutpflege. Sie weisen keine Sammelvorrichtungen auf und überlassen anderen Bienenarten die Bereitstellung der Pollen, an die sie dann heimlich oder gewaltsam ihre Eier legen. Sie selbst saugen nur Nektar. Neben Arten mit lockerer Wirtsbindung etwa an eine ganze Verwandtschaftsgruppe mit zahlreichen Vertretern gibt es auch den Typ der hochspezialisierten Kuckucksbienen, welche nur bei einer oder wenigen Wirten Brutparasitismus betreiben. Solche Arten verschwinden bei starkem Rückgang oder Ausfall der Wirtspopulation natürlich ebenfalls. Die seltene Sandgängerbiene *Pasites punctatus* (= *Ammobates punctatus*; RL Bayern V1) kommt ausschließlich in Sandgebieten vor. Sie lebt als Kuckucksbiene auf der Pelzbiene *Anthophora bimaculata* (RL Bayern 2) und fliegt von Ende Juni bis August, ist also eine typische Hochsommerbiene. Sie sammelt keine Pollen für die Brut, benötigt aber ausreichend Nektarquellen (*Jasione montana*, *Echium vulgare*, *Trifolium arvense*, *Scabiosa columbaria*, *Thymus serpyllum*). Diese sind untereinander austauschbar.

Schon diese wenigen Beispiele zeigen, daß die Erhaltung der einheimischen Sand-Wildbienenfauna auf Dauer nur möglich ist, wenn es gelingt, nicht nur die vorhandenen Sandreste zu vergrößern (vgl. Kap. 5), sondern auch deren Umfeld zu extensivieren, um artenreiche Ruderalstellen, blütenreiche Wiesen und Weidengehölze entstehen zu lassen. Sehr hilfreich ist auch der Umbau scharfer Grenzen von Kiefernforsten (limes convergens) in unscharf abgestufte Saumbiotop (limes divergens), die reich an Gebüsch (z.B. mit *Sarothamnus scoparius*) und an Saum-Hochstaudenfluren (z.B. mit dem als Wild-

bienen-Pollenquelle bedeutsamen *Teucrium scorodonia*) sind.

Ergänzend sei hier als Orientierungshilfe für Pflegeplanungen in Sandrasen eine Zusammenstellung der in der Neufassung der Roten Liste Bayerns enthaltenen Wildbienen mit Sandbindung angefügt (Tab. 1/2, S. 61). Dabei werden lediglich diejenigen Bienenarten aufgeführt, die sandige Substrate bevorzugen oder zumindest entsprechende Sekundärbiotop wie Sandgruben regional bevorzugt besiedeln. Bodenwage Arten wurden ungeachtet ihrer Seltenheit oder Gefährdung nicht mit aufgenommen.

Außer der bereits genannten *Andrena chrysopus* sind in Bayern weitere Bienenarten der Sandrasen ausgestorben oder verschollen: *Andrena chrysopus*, *Coelioxys brevis*, *Colletes nasutus*, *Eucera cinerea*, *Halictus prasinus*, *Megachile analis*, *Melectra histriónica*.

1.5.2.3.4 Wanzen

Den Sandrasen galt schon immer ein besonderes Interesse der Heteropterologen (Wanzenkundler), weil Wanzen hier nicht nur in erstaunlich großer Artenzahl auftreten, sondern etliche Arten eng an Sandstandorte gebunden (Grabemöglichkeit, Wirtspflanzenbindung) oder ansonsten nur an anderen Xerotherm-Standorten (insb. Kalkmagerrasen) zu finden sind. Der großen Insektengruppe der Wanzen (etwa 680 Arten in Bayern) soll in diesem Band exemplarisch eine etwas ausführlichere Darstellung gewidmet werden, da für die Erhaltung der bayerischen Wanzenfauna - abgesehen von Kalkmagerrasen - kaum ein anderer Lebensraumtyp von ähnlich herausragender Bedeutung ist. Zugleich wird hier besonders deutlich, wie verschiedenartig die Bindung von Wirbellosen an den Lebensraumkomplex "Sandrasen" sein kann. Die Spanne reicht bei den Wanzen von nahrungsökologischen Bindungen (bes. viele Arten zeigen eine enge Bindung an *Corynephorus*, *Artemisia campestris*, *Sarothamnus scoparius* und *Boraginaceae* sowie *Calluna vulgaris*), über solche mikroklimatischer Art - oft gekoppelt mit Nahrungsspezialisierung - bis zu Bindungen an grabfähiges Bodensubstrat (*Cydnidae*, Erdwanzen). Aus rein mikroklimatischen Gründen für Sandrasen typische Wanzenarten haben meist weitere Vorkommen in Kalkmagerrasen, z.T. auch in trockenwarmen Ruderalfluren.

Aus Bayern liegen dank der Arbeit von SINGER (1952) wenigstens ältere Wanzennachweise aus den Sandgebieten am Main vor (Umgebung Aschaffenburg), desgleichen aus der Bamberger Gegend (v.a. Börsting) von SCHNEID (1954) und ECKERLEIN (1962). Neuere Daten verdanken wir besonders der Sammeltätigkeit von SCHUSTER in Mittelfranken und Niederbayern (1979, 1981, 1989).

Von besonderem Interesse sind hier auch die Ergebnisse intensiver aktueller Inventarisierungen der Oberrheinischen Flugsandgebiete, der Reste des Mainzer Sandes (GÜNTHER, RIEGER & BURGHARDT 1982) und der Sandhausener Dünen (BURGHARDT & RIEGER 1978). GÜNTHER, RIEGER &

Tabelle 1/2

Wildbienen, Zusammenstellung der Arten mit Sandbindung aus der Roten Liste Tiere Bayern, Neufassung LfU 1992; Einige weitere Arten werden im Text ausführlicher behandelt.

| | |
|--|--|
| Gefährdungsstufe 1: | + |
| Vom Aussterben bedroht | |
| Art | Ökologie/Verbreitung |
| <i>Andrena apicata</i> | Lebensräume in Norddeutschland Binnendünen, Sandgruben, Schläge, lichte Wälder. Nistet in festgetretenen sandigen Wegen oder Böschungen. Oligolektisch, auf Weidenarten spezialisiert. |
| <i>Andrena argentata</i> | Charakterart von Sandgebieten, besiedelt Sandheiden, Dünen, sonnige Waldränder. Nester auf sandigen Wegen und schütter bewachsenen Stellen. Polyлектisch. |
| <i>Andrena assimilis gallica</i> | Vor allem in Sandgebieten. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Polyлектisch (<i>Heracleum</i> , <i>Centaurea spec.</i> , <i>Echium</i> , <i>Jasione</i> , <i>Salvia</i> , <i>Lamium</i>). |
| <i>Andrena carbonaria</i> | Offenlandart, Ruderalstellen, Weinberge, Binnendünen, Flugsandfelder etc. Schütterere Stellen auf Wegen und Böschungen. Bevorzugt auf Sandböden, aber auch Lößlehm. Polyлектisch (7 Pflanzenfamilien, bevorzugt <i>Brassicaceen</i>). ABSP: BA 10/1989, erster neuerer Wiederfund für Bayern am Börstig. |
| <i>Andrena nigriceps</i> | Vermutlich vorwiegend in Sandgebieten. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde, vermutlich meist einzeln. Polyлектisch (7 Familien), unter anderem <i>Jasione montana</i> . ABSP: BA 4/1989 |
| <i>Andrena nasuta</i> | Vorwiegend in Sandgebieten an trockenwarmen Ruderalstellen. Nestbau an schütter bewachsenen Stellen. Oligolektisch. Einzige Pollenquelle ist verwilderter, frühblühender Spargel (<i>Asparagus officinalis</i>) |
| <i>Andrena nycthemera</i> | Vorwiegend in Sandgebieten: Flußauen, Sandheiden, Sand und Kiesgruben, Dämme. Nester auf Wegen und Wegrändern, an kleinen Abbruchkanten oder am Fuß von Steilwänden, bevorzugt unbewachsene Stellen in lockerem bis festem Sand, vereinzelt auch sandigem Löß. Streng oligolektisch auf Grauweide (<i>Salix cinerea</i>), Salweide (<i>Salix caprea</i>), Purpurweide (<i>Salix purpurea</i>). |
| <i>Andrena sericata</i> | Magerrasen, Binnendünen, bevorzugt vielleicht Sandgebiete. Nester einzeln oder zu wenigen in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Möglicherweise oligolektisch auf Weidenarten (bisher bekannt <i>Salix alba</i> und <i>Salix purpurea</i>). ABSP: BA Strullendorf 1980, HAS 1989. |
| <i>Andrena suerinensis</i> | Feldfluren, Ruderalstellen, Sand und Kiesgruben. Nester bevorzugt in sandigem Substrat, in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Oligolektisch, auf <i>Brassicaceen</i> spezialisiert. ABSP: BA 1/1989 Börstig |
| <i>Coelioxys afra</i> | In Sandgebieten mit Vorkommen der Wirtsbiene. Kuckucksbiene von <i>Megachile argentata</i> (= <i>leachella</i>), RL Bayern 2. Nützt verschiedenste Nektarquellen. |
| <i>Halictus tarsatus</i> | Charakterart von Sandgebieten: Flugsandfelder, Sand und Kiesgruben. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Vermutlich polyлектisch, bisher jedoch nur <i>Asteraceen</i> als Pollenquellen belegt. |
| <i>Megachile argentata</i> (= <i>leachella</i>) | Binnendünen, Flugsandfelder, vereinzelt auch Sandgruben. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen im Dünensand. Polyлектisch (3 Familien) unter Bevorzugung von <i>Fabaceen</i> , daneben <i>Thymus serpyllum</i> und <i>Sedum reflexum</i> . |

Fortsetzung Tabelle 1/2

| | |
|--|---|
| <i>Melitta tricincta</i> | Sandgruben, Binnendünen und Flugsandfelder mit Gelbem oder Rotem Zahntrost. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Streng oligolektisch, auf <i>Odontites</i> (Zahntrost) spezialisierte Art. |
| <i>Osmia papaveris</i> | Flugsandfelder, Sandgruben, Ruderalstellen auf Sand oder Lockerlöß. Nester bevorzugt in Sand in vegetationsarmen Wegen und Böschungen an etwas verfestigten Stellen. Polylektische Art (6 Pflanzenfamilien). ABSP: BA 16/1990. |
| <i>Rophites minutus</i> (= <i>Dufourea minuta</i> Lep.) | Charakterart von Sandgebieten; Sandmagerrasen, Binnendünen, Sandheiden, sonnige Waldwege, Sandgruben. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Streng oligolektisch, auf <i>Jasione</i> Arten spezialisierte Art. ABSP: BA 5/1944 |
| <i>Rophites vulgaris</i> | Waldränder und -lichtungen, Sandheiden. Nester an schütter bewachsenen Sandstellen an Böschungen oder Fußwegen. Oligolektisch, auf <i>Asteraceen</i> , besonders <i>Cichorieen</i> spezialisiert. ABSP: BA 7/1946. |
| Gefährdungsstufe 2: Stark gefährdet | + |
| Art | Ökologie/Verbreitung |
| <i>Andrena potentillae</i> | Magerrasen auf Sand, Kalk und Vulkangestein. Nester an offenen oder lückigen Stellen, sandige wie lehmige Stellen besiedelnd. Streng oligolektisch auf <i>Potentilla verna</i> , daneben <i>Potentilla arenaria</i> bekanntgeworden. ABSP: BA 1/1985, KT 2/1987 |
| <i>Andrena ventralis</i> | überwiegend in Flußauen, typischer Pionier offener Sand-, Kies- und Lehmgruben. Nester auf offenen oder lückig bewachsenen Sandstellen, auch auf Wegen, Böschungen. Streng oligolektisch auf Weidenarten, vereinzelt auch auf dem Weiden-Spierstrauch (<i>Spiraea salicifolia</i>). |
| <i>Halictus fasciatus</i> | Binnendünen, Flugsandfelder, Sandgruben, Sandheiden, sandige Ruderalstellen. Nistet vorwiegend an vegetationsfreien Stellen in selbstgegrabenen Hohlraum unter der Erde. Polylektische Art (7 Familien). ABSP: BA 9/1989, KT 1/1988. |
| <i>Halictus aeratus</i> (= <i>Lasioglossum a.</i>) | Binnendünen, Flugsandfelder, Sandgruben, sandige Ruderalstellen. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Polylektisch. |
| <i>Halictus intermedius</i> | Bevorzugt in Sandgebieten. Vermutlich polylektische Art. ABSP: BA 5/1989. |
| <i>Halictus limbellus</i> | Sand-, Kies- und Lehmgruben, Flußufer. Als Nistplätze bevorzugt Steilwände (Löß, sandiger Lehm, Sand). Polylektisch; <i>Asteraceen</i> und Weiden. |
| <i>Halictus quadrinotatus</i> | Charakterart von Sandgebieten: Flugsandfelder, Sand und Kiesgruben, Sandheiden, sandige Ruderalflächen. Nester in Steilwänden und auf vegetationsfreien horizontalen Flächen. Vermutlich polylektisch. |
| <i>Megachile maritima</i> | Binnendünen, Flugsandfelder, Sand und Kiesgruben, Ruderalstellen etc. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde, bevorzugt zwischen Graswurzeln. Polylektische Art (5 Pflanzenfamilien). |
| Gefährdungsstufe 3: Gefährdet | + |
| Art | Ökologie/Verbreitung |
| <i>Andrena vaga</i> | Flußauen, typischer Pionier offener Sand, Kies und Lehmgruben. Nester bevorzugt in manchmal recht hartem Sand, bisweilen auch Lößlehm. Streng oligolektisch auf Weidenarten. ABSP: BA 7/1989, KT 1/1990 |

Fortsetzung Tabelle 1/2

| | |
|---|--|
| <i>Coelioxys conoidea</i> | Sandgebiete. Kuckucksbiene bei <i>Megachile maritima</i> . Als Nektarquellen dienen verschiedenste Pflanzenarten. ABSP: BA 11/1946 |
| <i>Colletes fodiens</i> | Siedlungsschwerpunkt in den Sandgebieten, in Sandgruben, auf Binnendünen und Flugsandfeldern und sandigen Ruderalstellen. Nester auf vegetationsfreien, verdichteten Sandstellen beobachtet. Oligolektisch, auf <i>Asteraceen</i> , in erster Linie Rainfarn, spezialisiert. ABSP: BA 15/1989, KT 2/1987 |
| <i>Colletes succinctus</i> | Sandgebiete mit ausgedehnten Heidekrautbeständen wie Sandheiden, Dünenreste, alte Sandgruben. Nester in selbstgegrabenen, 25-30 cm tiefen Hohlräumen im Boden. Hauptpollenquelle ist das Heidekraut, daneben bisweilen auch Efeu. ABSP: BA 10/1989. |
| <i>Dasypoda hirtipes</i> | Sandgebiete: Sand und Kiesgruben, Flugsandfelder, Sandige Ruderalstellen etc. Nistet ausschließlich in Fein- und Mittelsanden an vegetationsfreien oder schütter bewachsenen Stellen. Oligolektisch. Auf <i>Asteraceen</i> mit deutlicher Bevorzugung der <i>Cichorieen</i> spezialisiert. |
| <i>Epeolus cruciger</i> | Sandgebiete mit den Wirtsbienen. Kuckucksbiene auf <i>Colletes succinctus</i> und <i>marginatus</i> . Austauschbare Nektarquellen Berg-Sandrapunzel (<i>Jasione montana</i>), Heidekraut, Rainfarn, Hasenklees. ABSP: BA 9/1989. |
| <i>Halictus sexstrigatus</i> | Flugsandfelder, Binnendünen, Sandgruben, sandige Ruderalflächen, gelegentlich lichte Wälder. Nester an offenen, ebenen Stellen, selbstgegrabene Hohlräume in der Erde. Polyлектisch (4 Pflanzenfamilien). |
| <i>Melecta punctata</i> | Kuckucksbiene auf der verbreiteten Sand-Art <i>Anthophora acervorum</i> und weiteren <i>Anthophora</i> -Arten. Verschiedenste, austauschbare Nektarquellen. |
| <i>Nomada alboguttata</i> | Sandgebiete. Brutschmarotzer auf <i>Andrena barbilabris</i> , <i>ventralis</i> und <i>argentata</i> . Verschiedene austauschbare Nektarquellen. |
| Gefährdungsstufe 4: Potentiell gefährdet | + |
| Art | Ökologie/Verbreitung |
| <i>Andrena barbilabris</i> | Fast ausschließlich in Sandgebieten, an Waldrändern, Sanddünen, Flugsandfeldern, in Sand und Kiesgruben, Bahn und Hochwasserdämmen, an Ruderalstellen. Nester auf Sandwegen, ebenen, vegetationsarmen Stellen, zw. Kopfsteinpflaster. Offenlandpionier. Polyлектisch (13 Pflanzenfamilien). |
| <i>Andrena cineraria</i> | Keine bestimmte Bodenart bevorzugend, aber gern in Sandgruben. Nester an vegetationsfreien oder schütter bewachsenen Stellen in Sandgruben, auf Wegen, Waldrändern, Feld- und Wiesenrainen. Polyлектische Art (6 Pflanzenfamilien). ABSP BA 12/1986 |
| <i>Andrena clarkella</i> | Waldränder und -lichtungen, vereinzelt auch in Sandheiden, Sand und Lehmgruben, Parks. Nester bevorzugt auf offenem oder moosigem Flug-, Schwemm- oder Verwitterungssand, auch verfestigt oder humos. Oligolektisch auf Weidenarten (<i>Salix spec.</i>). |
| <i>Andrena fuscipes</i> | Sandheidegebiete, Waldränder und -lichtungen, alte Sandgruben mit Heidekraut-Vorkommen. Nistet in selbstgegrabenen Hohlräumen in der Erde. Oligolektisch, in Mitteleuropa als Pollenpflanze nur das Heidekraut (<i>Calluna vulgaris</i>) bekannt. ABSP BA 5/1989 |
| <i>Andrena lapponica</i> | Art lichter Nadelwälder mit Zwergstrauchbeständen. Sandige Substrate bevorzugt. Nester an unbewachsenen Stellen wie Wegböschungen, Waldrändern, entlang von Waldwegen. Oligolektisch auf frühblühende <i>Ericaceae</i> , insbesondere <i>Vaccinium</i> -Arten. ABSP: BA 8/1986 |

BURGHARDT (1982) benennen Charakterarten verschiedener Strukturtypen im Sandrasen-Ökosystem des Mainzer Sandes (Arten, die mit hoher Regelmäßigkeit oder ausschließlich im betreffenden Strukturtyp nachgewiesen wurden). Die angegebenen Ziffern bezeichnen den Gefährdungsgrad nach der Neuauflage der Roten Liste Bayern (ACHTZIGER et. al. 1992). Hier werden nur die Arten aufgeführt, für die (zumindest ältere) Nachweise auch aus bayerischen Sandrasen vorliegen.

• **Offene Partien mit Initialphase der Pflanzenbesiedlung (Planzen oft isoliert und in großen Abständen stehend)**

| | |
|---------------------------------------|----|
| <i>Chorosoma schillingi</i> SCHILL. | 1 |
| <i>Galeatus spinifrons</i> FALL. | 1 |
| <i>Plagiognathus arenicola</i> E.WAG. | 1 |
| <i>Geocoris ater</i> F. | 2 |
| <i>Megalonotus sabulicola</i> THMS. | 2 |
| <i>Aethus flavicornis</i> F. | 3 |
| <i>Cydnus aterrimus</i> FORST. | 3 |
| <i>Odontoscelis lineola</i> RMB. | 3 |
| <i>Pionosomus varius</i> WFF | 3 |
| <i>Deraeocoris punctulatus</i> FALL. | 4S |
| <i>Acalypta gracilis</i> FIEB. | 4S |
| <i>Coranus subapterus</i> DEG. | 4S |
| <i>Acetropis carinata</i> H.S. | |
| <i>Neides tipularius</i> L. | |
| <i>Trapezonotus arenarius</i> L | |
| <i>Odontoscelis fuliginosa</i> | |

• **Charakterarten offener Partien mit dichtem Schluß der Vegetationsdecke (Gräser, *Ononis*, *Euphorbia*, *Galium*, *Eryngium*)**

| | |
|--|---|
| <i>Catoplatus carthusianus</i> GZ. | 1 |
| <i>Dimorphopterus spinolae</i> SIGN. | 3 |
| <i>Dicyphus annulatus</i> WFF. | |
| <i>Polymerus brevicornis</i> REUT. | |
| <i>Macrotylus paykulli</i> FALL. | |
| <i>Gampsocoris punctipes</i> GERM. | |
| <i>Dicranocephalus medius</i> MLS. & REY | |

• **Charakterarten lichter Kiefern- Eichenbestände auf Sand**

Diverse an Pinus und Quercus gebundene Arten, von denen folgende Wanzenarten auch in bayerischen Sandrasen-Lebensräumen gefunden wurden:

| | |
|--|--|
| <i>Alloetomus gothicus</i> FALL. | |
| <i>Alloetomus germanicum</i> E.WAGN. | |
| <i>Camptozygum aequale</i> VILL. | |
| <i>Pilophorus cinnamopterus</i> KB. | |
| <i>Cremnocephalus albolineatus</i> REUT. | |
| <i>Aradus cinnamomeus</i> PZ. | |

• **Charakterarten kleinerer, ruderalisierter Sandrasenreste (am Gonsenheimer Wald nahe den Mainzer Sanden)**

| | |
|---------------------------------------|----|
| <i>Galeatus spinifrons</i> FALL. | 1 |
| <i>Dimorphopterus spinolai</i> SIGN. | 3 |
| <i>Megalonotus praetextatus</i> K.-S. | 4S |

Im folgenden sollen die in Bayern an Sandrasen-Ökosysteme eng gebundenen Wanzenarten mit ihren Lebensraumansprüchen kurz vorgestellt werden (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Diese Bin-

dung an einen der am stärksten bedrohten Lebensräume Bayerns spiegelt sich in den Einstufungen der Roten Liste (ACHTZIGER et. al. 1992) leider noch unzureichend wieder. Selbst wenn der Durchforschungsgrad bei dieser Tiergruppe noch viel zu wünschen übrig läßt, sollten doch wenigstens die Arten mit Bindung an offene Sandstandorte in der Rote Liste entsprechend berücksichtigt werden!

In Tab. 1/3, S. 65, sind die in bayerischen Sandrasen nachgewiesenen Wanzenarten, die als völlig oder weitestgehend an Sandrasen-Ökosysteme gebunden angesehen werden können und in der Roten Liste unter den Gefährdungs-Kategorien 1 bis 3 eingeordnet wurden, zusammengestellt. Weitere, wahrscheinlich nicht weniger bestandsbedrohte Wanzenarten mit starker Sandrasen-Bindung sind im Anhang aufgeführt.

Für eine Reihe seltener Arten sind Sandrasen und Kalkmagerrasen gleichermaßen bedeutsame Lebensräume. Diese sind in im Anhang aufgeführt.

1.5.2.3.5 Spinnen

Die Angaben zur Spinnenfauna von Sand-Ökosystemen beziehen sich auf die collinen Bereiche der Bundesrepublik mit Schwerpunkt Bayern und stammen von BAUCHHENSS (briefl. 1990). Sie basieren vorwiegend auf BAEHR (1988), BRAUN (1969), PLACHTER (1985), TRETZEL (1952) und unpublizierten Untersuchungen von BAUCHHENSS in Nordbayern.

Nur ein geringer Anteil der ca. 850 einheimischen Spinnenarten sind in ihrem Vorkommen streng auf Sand-Ökosysteme beschränkt. Sie sind im folgenden nach ihrer Habitatbindung aufgelistet; die angegebenen Ziffern bezeichnen den Gefährdungsgrad nach der Roten Liste Bayern (LfU 1992).

• **Arten, die ausschließlich auf großflächig unbestockten Sandrasen vorkommen**

| | |
|--|---|
| <i>Alopecosa cursor</i> (Wolfsspinnen) | 1 |
| <i>Arctosa perita</i> (Wolfsspinnen) | 3 |

• **Art der Offensande mit strenger Bindung an unbeschattete Besenheide**

| | |
|---|---|
| <i>Uloborus walckenaerius</i> (Kräuselradnetzspinnen) | 1 |
|---|---|

• **Arten mit in Bayern ausschließlichem Vorkommen in Sand-Ökosystemen (von Offensand bis Kiefernheiden)**

| | |
|---|---|
| <i>Thanatus arenarius</i> (Laufspinnen) | 1 |
| <i>Alopecosa fabrilis</i> (Wolfsspinnen) | 3 |
| <i>Micaria silesiaca</i> (Plattbauchspinnen) | 3 |
| <i>Oxyopes ramosus</i> (Luchsaugenspinnen) | 3 |
| <i>Xysticus sabulosus</i> (Krabbenspinnen) | 3 |
| <i>Trichopterna cito</i> (Zwergspinnen) | 3 |
| <i>Agroeca lusatica</i> (LIOCRANIDAE) | 3 |
| <i>Typhochrestus digitatus</i> (Zwergspinnen) | - |

• **Arten mit einem ihrer Schwerpunktlebensräume auf Sand, daneben als weitere Lebensräume in Magerrasen auf Kalk Serpentin etc.**

| | |
|---|---|
| <i>Alopecosa striatipes</i> (Wolfsspinnen) | 2 |
| <i>Xysticus striatipes</i> (Krabbenspinnen) | 2 |

Tabelle 1/3

Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen (weitere Arten siehe Anhang).
Quelle: Archiv M. BRÄU

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|---|--|
| 1 | <i>Chorosoma schillingi</i> SCHILLING | Lebt offenbar ausschließlich in Sandrasen- Ökosystemen (Binnendünen, Sandgrubenböschungen) und anderen offenen Sandstandorten mit Silbergrasfluren. Die Art saugt an Gräsern, vermutlich vorwiegend an <i>Corynephorus canescens</i> . Larven treten ab Mai, Imagines ab Juli auf. Die Eiablage erfolgt ab August einzeln an Grashalme. Überwintert im Eistadium. Von SINGER (1952) in den Sanden am Unteren Main (z.B. Sanddünen bei Kahl, Sande bei Mainaschaff) und von ECKERLEIN (1962) in einer Sandgrube bei Bruckertshof, sowie im Hauptmoorwald südl. Bamberg nachgewiesen, 1990 auch von LORENZ am Windsberg (HAASE & SÖHMISCH 1990). |
| 1 | <i>Catoplatus carthusianus</i> GOEZE | Ebenfalls fast ausschließlich in Sandrasen nachgewiesene Art. Lebt an <i>Eryngium campestre</i> und sitzt oft an den Blütenköpfen. Larvenstadium von Juli bis August, die Imago überwintert. In Bayern von SINGER (1952) z.B. in einer Sandgrube bei Schönbusch (1925 u. 1938) sowie Sulzbach a. M. (1926) nachgewiesen, aber auch aus den Kalkmagerrasen des Krainberg (1926); aktuellere Nachweise sind nicht publiziert! |
| 1 | <i>Berytinus hirticornis</i> BRULLE | Ebenfalls an trockene Sande gebundene Wanzenart (z.B. von GÜNTHER et. al. 1982 in den Ingelheimer Sandrasenrelikten bei Mainz gefunden), die phytophag auf Gräsern, besonders <i>Agropyrum</i> lebt, aber auch unter <i>Artemisia campestris</i> gefunden wurde. Die Eiablage erfolgt im Mai an Grashalme oder andere Pflanzenstengel; die Imagines erscheinen ab Juli und überwintern. Von WAGNER für Franken (Coburg) angegeben. Über aktuelle Vorkommen in bayerischen Sandrasen ist nichts bekannt. |
| 1 | <i>Galeatus spinifrons</i> FALLEN | <i>Galeatus spinifrons</i> scheint monophag an <i>Artemisia campestris</i> zu leben (regelmäßig an dieser Pflanze gefunden). Überwinterung als Imago. SINGER (1952) meldet die Art z.B. von den Kahler Sanden (1947) und aus einer Sandgrube bei Mainaschaff (1949). Nach SCHNEID (1954) in den Sandgebieten um Bamberg (Funde 1931-36), z.B. am Börstig, dort auch noch bis 1962 (ECKERLEIN) nachgewiesen. Aktueller Nachweis nur von LORENZ vom Windsberg (HAASE & SÖHMISCH 1990). |
| 1 | <i>Plagiognathus arenicola</i> E.WAGN. | Alte Funde sind vom unteren Maingebiet (Sandgruben bei Mainaschaff und bei der Lumpenmühle; SINGER 1952) sowie aus der Bamberger Umgebung bekannt (Sandgrube bei Stullendorf, Bamberg; SCHNEID 1954 und Börstig; ECKERLEIN 1962). Die Art lebt vermutlich ausschließlich an <i>Artemisia campestris</i> . Überwintert im Eistadium und bringt von Juni bis September vermutlich zwei Generationen hervor. Offenbar keine aktuellen Funde. |

Fortsetzung Tabelle 1/3

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|---|---|
| 2 | <i>Geocoris ater</i> FABR. | Die <i>Geocoris</i> - Arten sind bodenbewohnende Lauftiere mit räuberischer Lebensweise, die sich auf nur lückig bewachsenem Sandboden besonders gut fortbewegen können, auf dem sie sehr schnell umherlaufen. Bei Störungen oder ungünstiger Witterung ziehen sie sich unter Pflanzen (<i>Artemisia</i> , <i>Thymus</i>), unter Flechten, Moospolster und Steine zurück. Larve Juni- Juli, die Imago überwintert und ist bis April und wieder ab August anzutreffen. <i>Geocoris</i> - Arten sind i.d.R. flugunfähig (meist kurzflügelig) und meiden dichtere Vegetationsbestände mit höherem Raumwiderstand strikt, zeichnen sich also durch ein geringes Dispersionsvermögen aus. <i>Geocoris ater</i> scheint darüber hinaus (im Gegensatz zu <i>Geocoris grylloides</i>) völlig an Sandrasen gebunden zu sein. Alte Nachweise existieren vom unteren Maingebiet (Schweinheimer Exerzierplatz 1948, Sanddünen bei Kahl 1934-47) und von den Sandrasen bei Bruckertshof im Gebiet des Börstig (ECKERLEIN 1962). Einen neuen Nachweis erbrachte MELBER (1980) von den Astheimer Sanden bei Volkach (Lkr. Kitzingen). |
| 2 | <i>Gonianotus marginepunctatus</i> WOLFF | Lebt offenbar nur in Sandrasen-Ökosystemen. Die Imago erscheint ab Juli und überwintert. Alte Nachweise aus den Kahler Dünen (1927) und den Sanden bei Mainaschaff (1937), sowie aus den "steppenartigen Sandfeldern" (SCHNEID 1954) der Umgebung von Bamberg (Hirschaid 1929, Stullendorf 1931, Börstig und Bruckertshof 1939-40); am Börstig noch bis 1962 (ECKERLEIN 1962). |
| 2 | <i>Polymerus vulneratus</i> PANZER | Um Bamberg "vorwiegend ein Bewohner der Dünenfelder" (SCHNEID 1954), z.B. auch am Börstig noch von ECKERLEIN (1962) festgestellt. Auch im unteren Maingebiet (Sandgrube bei Großauheim; SINGER 1952) nachgewiesen. Lebt offenbar (ausschließlich?) an <i>Artemisia campestris</i> . Aktuelle Funde fehlen! |
| 2 | <i>Polymerus cognathus</i> FIEBER | Am unteren Main 1926 auf Sanddünen bei Strietrand an <i>Salsola kali</i> (SINGER 1952); 1940-51 in Sanddünen um Bamberg (SCHNEID 1954), am Börstig auf <i>Chenopodiaceen</i> (ECKERLEIN 1962). Seither keine Funde. |
| 2 | <i>Trigonotylus pulchellus</i> HAHN | Um Bamberg vorwiegend in den Sandrasen (SCHNEID 1954), dort z.B. am Börstig (ECKERLEIN 1962). Lebt an Gräsern, nach WAGNER (1960) besonders an <i>Corynephorus canescens</i> . Im unteren Maingebiet nur in den Kahler Sanden und der Sandgrube bei Mainaschaff (SINGER 1952). Keine aktuellen Funde. |
| 2 | <i>Amblytylus albidus</i> HAHN | <i>Amblytylus albidus</i> lebt an Gräsern, v.a. an <i>Corynephorus canescens</i> , nach SINGER (1952) in Sanddünen auch an <i>Bromus</i> (gute Tarnung durch grannenartige Körperform) . Alte Funde liegen vom unteren Maingebiet (Sanddünen bei Mainaschaff und Kahl, Sandflächen am Stockstadter Wald) und aus der Umgebung Bambergs (SCHNEID 1954), z.B. vom Börstig (ECKERLEIN 1962) vor. Inzwischen wurde die Art in den Sandgruben bei Pleinfeld und Mühlstetten aufgefunden (SCHUSTER 1988). |

Fortsetzung Tabelle 1/3

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|--|---|
| 3 | <i>Odontoscelis lineola</i> FABR. (= dorsalis RMB.) | Charakterart von Silbergrasfluren mit offenen Sandpartien. Nach ECKERLEIN (1962) leben die Larven bis Ende April, Anfang Mai im Boden. Die Imago überwintert. Sowohl Larven als auch Imagines laufen bei Sonnenschein am Boden umher und wühlen sich nach kurzer Strecke wieder in den Lockersand ein. Als Wirtspflanze kommt v. a. <i>Trifolium arvense</i> in Betracht. SINGER (1952) fand die Art 1925-37 im unteren Maingebiet ausschließlich in Sandrasen (Sandgruben bei Schönbusch, Sulzbach a.M. und Mainaschaff, sowie den Kahler Dünen und bei der Eckertsmühle). Auch in den Sanden von Strullendorf (1931-33) und des Börstig (hier noch bis 1962) bei Bamberg nachgewiesen (SCHNEID 1954, ECKERLEIN 1962). 1983-85 in einer Sandgrube bei Mühlstetten (SCHUSTER 1988) und 1990 auch am Windsberg gefunden (HAASE & SÖHMISCH 1990). |
| 3 | <i>Aelia klugi klugi</i> HAHN | Ebenfalls in Bayern weit überwiegend aus Sandrasen-Ökosystemen gemeldete Wanzenart. SINGER (1952) fand sie im unteren Maingebiet 1925-34 an "sandigen Grasplätzen und lichten Waldstellen", die Funde von SCHNEID (1954) um Bamberg stammen alle aus den Sandgebieten (1931-41). ECKERLEIN (1962) fand <i>Aelia klugi</i> in der Nähe des Börstig im Gras zwischen Kiefern. Offenbar besteht auch bei dieser Art eine Bindung an die Nähe von Gehölzen. Im Norden Deutschlands ist <i>Aelia klugi</i> eine Art der Heiden und Moore. Neuere Funde in Sandrasen gelangen SCHUSTER (1988) bei Pleinfeld und Mühlstetten. |
| 3 | <i>Aethus flavicornis</i> FABR. | In den Sandgebieten des Unteren Mains konnte SINGER (1952) die Art 1925-36 wiederholt in den Dünen bei Kahl, sowie in Sandgruben bei Mainaschaff und Sulzbach a.M. finden. Um Bamberg "vorwiegend in den Sanden" (1928-40, SCHNEID 1954), z.B. am Börstig. ECKERLEIN (1962) fand <i>Aethus flavicornis</i> dort noch 1952 zu Hunderten "an der Windseite" von <i>Corynephorus canescens</i> v.a. im Wurzelbereich von Pflanzen an den Sandgrubenböschungen. Die Art saugt vermutlich an den Wurzeln des Silbergrases (nach WAGNER besonders auch an <i>Calnmagrostis</i> und Sauergräsern, nach HERTZEL 1983 auch von <i>Artemisia campestris</i> und <i>Oenothera</i>) und überwintert auch im Sand. Paarung und Eiablage finden ebenfalls dort statt. Beide <i>Aethus</i> -Arten sind an offensandige Stellen gebunden, wie sie z.B. für nicht vollständig zur Ruhe gekommene Dünen typisch sind. <i>Aethus flavicornis</i> vermag mit stark bedornten Beinen "im Sand zu schwimmen" und gräbt sich bei Gefahr sofort ein. Die Imago ist ganzjährig zu finden und überwintert. Inzwischen von LORENZ 1990 auch am Windsberg aufgefunden (HAASE & SÖHMISCH 1990)! |

Fortsetzung Tabelle 1/3

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|---|---|
| 3 | <i>Aethus nigratus</i> FABR. | Auch diese Wanze lebt nur in Sandrasen-Ökosystemen mit offenen Sandflächen, wo sie sich meist bis zu 10 cm im Boden vergraben aufhält und an Gräserwurzeln, insbesondere von <i>Corynephorus canescens</i> saugt (möglicherweise auch von <i>Artemisia campestris</i> , <i>Oenothera</i> ; HERTZEL 1983). Lebenszyklus wie <i>Aethus flavicornis</i> . Die Eier werden nach HERTZEL (1983) im Sand in der Nähe der Wurzeln der Nahrungspflanzen abgelegt. Alte Funde (1924-41) liegen aus den Sandrasen des unteren Maingebietes vor (Sandgruben bei Mainaschaff, Schönbusch und Sulzbach a.M., den Dünen bei Kahl, sowie Oberbessenbach im Vorspessart), aber auch aus der Umgebung Bamberg ("in den Sandgebieten verbreitet" nach SCHNEID 1954; ECKERLEIN 1962 meldet die Art auch vom Börstig). Aus neuerer Zeit liegt ebenfalls nur vom Windsberg ein Nachweis vor (HAASE & SÖHMISCH 1990). |
| 3 | <i>Dimorphopterus spinolae spinolae</i> SIGNORET | Lebt nach SINGER (1952) an <i>Calamagrostis epigejos</i> , z.B. auf Sanddünen bei Eberstadt-Darmstadt und auf einem Sandhügel an einem Bahndamm, bei Kahl am Braunkohlensee, SCHNEID (1954) meldet die Art nur vom Kreuzberg und konnte sie in den Sanden um Bamberg nicht finden. Sie ist aus anderen Gebieten jedoch als typische Sandrasenart bekannt und auch eine Charakterart der Dünen an Nord- und Ostsee. Imago ab Juli, überwintert. |
| 3 | <i>Strongylocoris luridus</i> FALL. | Um Bamberg "anscheinend nur auf den Sandfeldern" (SCHNEID 1954), z.B. am Börstig, wo sich die Art an <i>Jasione montana</i> aufhielt (ECKERLEIN 1962); andernorts auch an <i>Hieracium pilosella</i> , an Gräsern und <i>Artemisia campestris</i> (Wirtspflanzen?) gefunden. Alte Funde auch aus dem unteren Maingebiet (Sandgruben Mainaschaff und Sulzbach a.M., Kahler Dünen; SINGER 1952). Vor kurzem in den Sandgruben von Pleinfeld und Mühlstetten wiedergefunden, dort immer an <i>Jasione montana</i> (SCHUSTER 1988). |
| 3 | <i>Pionosomus varius</i> WOLFF | In Bayern Schwerpunkt in Sandrasen- Ökosystemen. Um Bamberg vorwiegend in den Sandgebieten, seltener "auf dünnen Stellen der Jurahöhe" (SCHNEID 1954). Am Börstig auch von ECKERLEIN (1962) nachgewiesen. Im unteren Maingebiet nur 1925-47 "auf Ödflächen mit feinkörnigem Sand zwischen <i>Corynephorus canescens</i> und anderen niederen Steppenpflanzen" in den Kahler Dünen und den Sandgruben bei Mainaschaff und Sulzbach a.M. (SINGER 1952). Unseres Wissens sind keine aktuellen Funde publiziert. |

| | |
|--|----|
| <i>Cheiranthium punctorium</i> (Sackspinnen) | 2 |
| <i>Sitticus saltator</i> (Springspinnen) | 3 |
| <i>Haplodrassus dalmatensis</i> (Plattbauchspinnen) | 3 |
| <i>Zelotes longipes</i> (Plattbauchspinnen) | 3 |
| <i>Zelotes electus</i> (Plattbauchspinnen) | 3 |
| <i>Phlegra festiva</i> (Springspinnen) | 3 |
| <i>Xerolycosa miniata</i> (Wolfsspinnen) | 4R |
| <i>Phlegra v-insignita</i> (Springspinnen) | - |

Selbst innerhalb der beiden ersten, auf größere Offensande beschränkten Gruppen sind höchst unterschiedliche Habitatsansprüche hinsichtlich der besiedelten Strukturen und Komplexe zu beobachten. Anhand ausgewählter Arten sollen die unterschiedlichen Ansprüche an den Lebensraum verdeutlicht werden:

Uloborus walckenaerius

RL BRD: 3; RL Bayern: 1

Uloborus walckenaerius ist eine im Mittelmeergebiet häufige, netzbauende Spinne der Krautschicht. Sie stellt bei uns in ihrem Grenzverbreitungsgebiet hochspezifische Habitatsansprüche: sie spannt ihr horizontales Netz niedrig in Besenheide, wobei sie, wie TRETZEL (1952) anmerkt, "die dürrtigen, lockeren Horste dieser Pflanze gegenüber einem zusammenhängenden, hochstehenden Bewuchs vorzieht. Unverkennbar ist auch ihre Vorliebe für freien Sand um die bewohnten *Calluna*-Horste." Die Art scheint nach bisherigen Beobachtungen extrem empfindlich gegen Beschattung zu sein. TRETZEL gibt an, daß sie selbst einzelnen Föhren innerhalb einer *Calluna*-Fläche ausweicht.

***Uloborus walckenaerius* ist eine der seltensten und "wertvollsten" Spinnen Bayerns und lebt stenök in einem Habitat, das vegetationskundlich nicht unbedingt als besonders hochwertig einzustufen ist. Dieses Beispiel zeigt, daß die zoologische und die vegetationskundliche Wertigkeit eines Gebiets nicht kongruent sein müssen.**

Alopecosa cursor

RL BRD: 2 ; RL Bayern: 2

Alopecosa cursor besiedelt kryptogamenreiche Flächen, die für röhrenbauende Arten wie *Arctosa perita* oder *Alopecosa striatipes* nicht nutzbar sind. Einzige bekannte, stabile Population in Bayern auf den Astheimer Sanden (BRAUN 1969, BAUCHHENS 1988). Hohe Abundanz allerdings nur an Stellen, die **fast lückenlosen Kryptogamenbewuchs bei gleichzeitig sehr geringer Gefäßpflanzendeckung** aufweisen. Ähnliche Habitatbeschreibungen liegen aus der Mark Brandenburg vor (HERZOG 1961). Diese "unübliche" Konstellation mag für die extreme Seltenheit der Art verantwortlich sein.

Arctosa perita

RL BRD: 3 ; RL Bayern: 3

Benötigt offenen, vegetationsfreien Sand, in dem sie Wohnröhren anlegen kann. Sie verläßt die Röhren nur

bei Sonnenschein und ist durch ihre "Sandsprenkelung" hervorragend getarnt. Man findet sie bereits in Initial- und Pionierstadien der Sandrasen, *Arctosa perita* kommt aber auch noch auf quadratmetergroßen, freien Sandstellen innerhalb fortgeschrittener, noch kiefernfreier Sukzessionsstadien vor. Wo diese fehlen, fällt die Art selbst bei sehr schütterem Gefäßpflanzenbewuchs aus, da sie geschlossene Kryptogamendecken meidet.

Sitticus saltator

RL BRD: 3; RL Bayern: 3

Sitticus saltator stellt weniger strenge Ansprüche. Sie besiedelt vegetationsarme Sandrasen unabhängig von der Bodendeckung. Die sehr kleine Art jagt auf dem Boden und zieht sich während ihrer Ruhepausen unter Pflanzenhorste ebenso wie zwischen Flechten zurück.

Die Arten der dritten Gruppe sind zwar, zumindest für Bayern, als stenöke Sandbewohner einzustufen, haben jedoch weniger spezifische Ansprüche.

Thanatus arenarius (RL Bayern 1) und *Xysticus sabulosus* (RL Bayern 3) bewohnen vegetationsarme Sandrasen unabhängig von der Bodenbedeckung. Die beiden sind Bodenjäger, die unter Pflanzenhorsten und im Flechtenbewuchs ruhen.

Micaria silesiaca (RL Bayern 3) besiedelt vegetationsarmes Gelände ebenso wie lichte Kiefern-Heiden. Sie scheint eine etwas höhere Feuchtigkeitstoleranz zu haben als die anderen stenöken Sandarten.

Alopecosa fabrilis (RL Bayern 3) ist eher eine Ökoton-Art*. Man findet sie in sehr lichten Kiefernbeständen, auf Lichtungen, Wegen und an Bestandsrändern. Großflächig unbestockte Gebiete meidet sie. An ähnliche Lebensräume ist *Oxyopes ramosus* (RL Bayern 3) gebunden, bewohnt aber die höhere Vegetation und niedrigere Kiefernäste.

1.6 Traditionelle Bewirtschaftung

(Bearbeitet von N. Meyer)

Den Einstieg in das Kapitel bildet ein kurzer Abriss über die vorzeitliche Nutzung und Beeinflussung der Sandfluren durch den Menschen (Kap. 1.6.1). Anschließend werden die traditionellen Nutzungsformen besprochen (Kap. 1.6.2, S.70).

1.6.1 Zur historischen Entwicklung und zur Förderung der Sandrasen durch die vorneuzeitliche Landnutzung

Die Entstehung der vom Menschen** und seinen Weidetieren geschaffenen Sandrasen und offenen Sandfluren reicht aller Wahrscheinlichkeit nach bis ins Neolithikum zurück, als sich die Tierhaltung in den europäischen Kulturen bereits etabliert hatte. Mit der festen Ansiedlung des Menschen seit der

* Ökoton = Überschneidungszone zweier ungleichartiger Biotope

** Mögliche natürliche Sandrasen-Vorkommen im süddeutschen Raum siehe Kapitel 1.4.1.5.2.

Jungsteinzeit (vgl. BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965: 80 und KRAUSCH 1968: 72) in den Flugsandgebieten des mitteleuropäischen Binnenlandes oder in deren Umgebung haben sich die Sandrasen am Rande der Niederlassungen, auf gerodeten und beweideten Flächen, auf vorgeschichtlichen Friedhöfen und dergleichen ausgebreitet und erhalten. Dieser Sachverhalt konnte nach TÜXEN (1960) durch kombinierte urgeschichtliche, bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchungen für nordwestdeutsche Diluvialgebiete nachgewiesen werden.

Ebenfalls seit dem Neolithikum sorgte der Mensch zusätzlich durch den Ackerbau für eine ständige Ausdehnung der Sandrasen. Die Lage der überwiegenden Mehrzahl der süddeutschen Quarzgrob- und Quarzfeinsandgebiete in den früh und vergleichsweise dicht besiedelten Stromtälern und in den klimatisch begünstigten Beckenlandschaften förderte das Entstehen der Sandrasen in der Jungsteinzeit. Das vergleichsweise warmtrockene Klima dieser Gebiete gestattete frühzeitige Kultivierungsbestrebungen. Auf den Sandackerbrachen konnten sich Sandrasen bilden sowie Dünenbildungen in Gang kommen.

Gerade auf nährstoffarmen und humusarmen Sandböden wurde durch die Ackernutzung der Humusgehalt aufgezehrt, so daß bisweilen reine Sande übrigblieben (vgl. KRAUSCH 1968: 73). Das Zusammenwirken von Ackernutzung, daraus resultierenden Ackerbrachen, von Schafhütungsbetrieb, von Streunutzung, Waldweide und unpfleglicher Holzentnahme setzte auf den seit langen Zeiträumen festgelegten, mitteleuropäischen Binnendünen die Sandumlagerungsdynamik vielfach wieder in Gang. In zahlreichen Flugsand-Gebieten war als Folge der menschlichen Tätigkeit das Entstehen der Sandwehen zu verzeichnen (vgl. u.a. MÜLLER-WILLE 1960: 326 ff., KRAUSCH 1968: 73). Auf den Sandwehen konnten sich die unterschiedlichsten Sandrasen-Gemeinschaften einstellen.

Zur ungewollten Förderung der Sandrasen war eine unmittelbare Besiedlung der eigentlichen Flugsandgebiete durch den Menschen nicht notwendig. Nach PHILIPPI (1981: 157) wurden die Kernzonen der Hardtplatten der badischen Rheinebene lange Zeit vom Menschen gemieden. Die Siedlungen lagen meist am Rande der Flußauen gegen die Sandgebiete hin. Schon extensive Nutzungsformen reichten jedoch aus, die Flugsandstandorte zu entwalden, offenzuhalten und punktuell immer wieder Sandbewegungen auszulösen.

Im Rednitz-Regnitz-Gebiet war eine Nutzung der Flugsand- und Terrassensandgebiete als Schafhütungsgelände üblich.

Regional führte die ungehemmte Ausbeutung der binnenländischen Sandgebiete in Mitteleuropa durch den Menschen zu schwerwiegenden Erosionsschäden und zur Entstehung ausgedehnter, wandernder Binnendünen-Bereiche. Ihre maximale Ausdehnung besaßen die offenen Sandfluren, beispielsweise in den oberrheinischen Hardtplatten, vielfach im ausgehenden Spätmittelalter bis in die

frühe Neuzeit hinein (vgl. PHILIPPI 1971a: 96). In der Mark Brandenburg erreichten die in Bewegung befindlichen "Sandschellen" noch in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ein Ausbreitungsmaximum (KRAUSCH 1968: 73).

1.6.2 Traditionelle Nutzungsformen

Nachfolgend werden die wichtigsten traditionellen Nutzungsformen besprochen. Zunächst wird auf Nutzung der Sandrasen als Schafweiden (Kap. 1.6.2.1, S.70), anschließend auf die Weidenutzung durch andere Haustiere (Kap. 1.6.2.2, S.72), die Wechselnutzung als Grünland und Acker (Kap. 1.6.2.3, S.73), die Streugewinnung insbesondere in den lichten Sandwäldern (Kap. 1.6.2.4, S.73) und schließlich auf weitere Bewirtschaftungsformen eingegangen (Kap. 1.6.2.5, S.73).

1.6.2.1 Schafhaltung

Die Schafbeweidung stellte die wohl wichtigste traditionelle Nutzungsform geschlossener Sandrasen, Sandheiden und auch der lichten Sandwälder dar.

Die im vorder- und mittelasiatischen Raum entstandene und von dort rasch sich verbreitende Schafhaltung ist seit der Jungsteinzeit bei uns nachweisbar (JACOBET 1987: 19 ff.). Bereits in der Bronzezeit waren nach JACOBET verschiedene ursprüngliche Schafrassen verbreitet, wobei die Nutzungsmöglichkeiten des Schafs als Woll-, Fleisch- und Milchlieferant bereits ausgeschöpft wurden. Die Bedeutung des Schafkots als Dünger für die Felder wurde offenbar erst später erkannt. Seit dem 14. Jh. wurden die Schafhaltungsformen im Rahmen der Dreifelderwirtschaft bewußt so organisiert, daß die Brachen durch Nachtpferch aufgedüngt und die unbeackerten Weidestandorte entsprechend ausgegert wurden.

Diese bis ins 19. Jh. ausgeübte Nutzungsform des Schafs als Woll-, Fleisch-, Milch- und Düngerlieferant bedingte eine enorme Bedeutung des Schafs in Mitteleuropa. Der Höchststand an gehaltenen Schafen in Deutschland wurde um 1860 mit annähernd 2 Millionen Schafen erreicht (HAUSHOFER 1963: 206). Die Genügsamkeit der damals gebräuchlichen Rassen machten es zum optimalen Weidetier für den Transfer von Nährstoffen von den Magerweiden auf die Äcker. Im Rednitz-Regnitz-Gebiet wurden die Flugsand- und Terrassensandgebiete als Schafhütungsgelände genutzt. Die sandige "Schönberger Heide" und Sandwälder entlang des Unteren Nessenbachs bildeten nach WALZ (1972) im Jahr 1833 die Allmendeflächen der Gemarkung Schönberg (Lkr. Nürnberger Land). Auf die Allmende entfielen 15% der Gesamtfläche der Gemarkung. Bei Ottensoos wurden diluviale, sandige Schotterterrassen als Hutungen genutzt. Zu den ehemaligen Allmendeflächen bemerkte WALZ noch im Jahr 1972: "Das Interesse der Rechtler an der Allmende ist sehr gering. So könnten die öden Hutungen um die Seeäcker ohne weiteres kultiviert werden, sie liegen auf flachen Sandterrassen der Pegnitz und wären mit Maschinen leicht zu bearbeiten."

Die durch frühen Ackerbau, Gehölzentnahme, Waldweide, Streuhieb, gezielte Förderung der Besenheide als Bienenweide waldfrei gewordenen Terrassen- und Dünenandbereiche längs der großen Talräume dürften zur Blütezeit der süddeutschen Wanderschäferei ihre größte Ausdehnung gehabt haben. Lockersande eigneten sich beim Stand der damaligen Technik nicht als Baugrund, sie waren als Ackerland ungeeignet geworden, und die Holzleistung der heideartigen Bestände (wie sie auch im Volksmund genannt wurden) war gering. Im Gegensatz zu den traditionellen Mähwiesen der fetten Überschwemmungsböden in den Talgründen dürfte daher die hauptsächliche Nutzung dieser weitgehend offenen, sandigen Talflanken in Beweidung bestanden haben. Nur besonders nasse Jahre erlaubten wohl wie bei den Kalkmagerrasen auch auf den Sandgrasnelkenrasen eine Heumahd als Ersatz für die Einbußen durch die Unbetretbarkeit der Täler.

Der Niedergang der Schafhaltung seit der 2. Hälfte des 19. Jh. (vgl. Abb. 1/16, S. 71) führte zu erheblichem Rückgang der Stückzahlen sowie der beweideten Flächen. Er hatte mehrere Ursachen:

- billige Einfuhren von Wolle und Baumwolle aus Übersee;
- Umwandlung von Magerweide in Fettwiesen und Ackerland, bedingt durch steigende Bevölkerungszahlen in den Städten;
- Verlust der ehemals hohen Bedeutung des Schafzuchtens für die Landwirtschaft durch den allmählichen Eingang der Mineraldünger in den Landbau. Der Siegeszug der Mineraldünger erhielt einen starken An Schub durch die Entwicklung der Ammoniak-Synthese von HABER und C. BOSCH im Jahr 1914, die eine starke Verbilligung dieser Dünger ermöglichte.

Nach dem Tiefststand um 1966/67 von ca. 150.000 Tieren ist gegenwärtig wieder ein jährlicher Zuwachs von 4-5% zu verzeichnen (RIEDERER 1988; ebenso die folgenden Angaben). Dieser Aufwärts-

trend ist jedoch mit tiefgreifendem Strukturwandel verbunden:

- Rückgang der Zahl der Schafhalter mit Herdenhaltung (von ca. 900 um 1970 auf derzeit ca. 465);
- Abnahme der Wanderschäferei (derzeit nur 200, der Rest betreibt ortsgebundene Herdenhaltung);
- Zunahme intensiverer Klein- und Koppelschäferei (Stand- und Umtriebsweide);
- Abnahme der Herdengröße: 1968 hielten 49,1% der Schafhaltungen 9,7% der Tiere in Herden unter 100 Stück, 1988 hingegen 90,2% der Betriebe 40,8% aller Tiere in solchen Herden.

1.6.2.1.1 Überblick über die historischen Schafhaltungsformen

Eine ausführliche Behandlung der Thematik Schafhaltung erfolgt im Kap. 1.6.1 des LPK-Bandes II.1 "Kalkmagerrasen". Im vorliegenden Band genügt deshalb hierzu eine kurze, zusammenfassende Darstellung. Die unterschiedlichen Rahmenbedingungen ökonomischer, historischer, ökologischer und soziologischer Art bedingten die Ausbildung regional verschiedener Wirtschaftsformen:

1.6.2.1.2 Stationäre Hüteschafhaltung

Die wohl ältesten herdenweisen Hüteformen Bayerns sind die bäuerlichen **Gemeinde- und Genossenschaftsschäfereien**, die vor allem in Franken zu finden waren. Sie wurden in einigen Gemeinden bis in die 60er Jahre praktiziert. Die Grundlage für diese Formen der Schafhaltung war die gemeinschaftliche Nutzung der, z.T. heute noch vorhandenen, Allmendflächen wie Hutanger und Wegränder sowie der Ackerbrachen der Dreifelderwirtschaft im Gemeinde- bzw. im meist weiter umgreifenden Genossenschaftsgebiet.

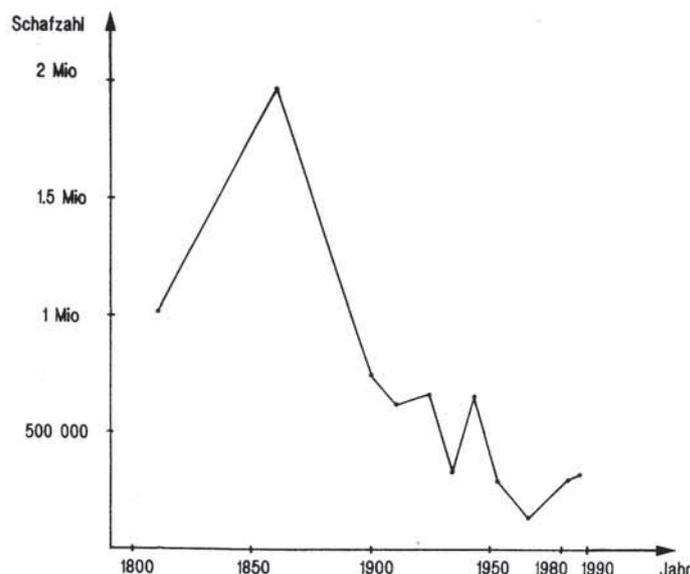


Abbildung 1/16

Entwicklung der Schafbestände in Bayern von 1800 bis heute (nach RIEDERER 1981 u. 1988 und THOMANN 1988)

Bei der **Gemeinschaftsschäferei** verbrachten die Tiere die Nacht in den Ställen der Besitzer (Dunggewinnung!). Sie wurden jeden Morgen vom Gemeindegewirtschafter zu einer Herde bis zu 150-300 Stück vereinigt und tagsüber von ihm gehütet. **Genossenschaftsschäfereien** bestanden aus einem freiwilligen Zusammenschluß mehrerer Schafbesitzer zum Aufbau einer gemeinsamen Herde unter Führung eines Lohnschäfers im Bereich mehrerer Dörfer. Hier dürfte Pferchung auf Ackerbrachen die Regel gewesen sein.

1.6.2.1.3 Wanderschäferei

Diese typisch süddeutsche Form der Weidewirtschaft, die in Norddeutschland wie im übrigen Mitteleuropa weitgehend unbekannt ist, hat sich von Württemberg aus im 18. Jh. nach Bayern ausgebreitet. Sie ist gekennzeichnet durch jahreszeitlichen Standortwechsel der von einem Berufsschafhalter gehüteten und betreuten Herden zwischen meist weit auseinanderliegenden Weiden. Diese Nutzungsform trägt der verbreiteten Grundstückszerstückelung Rechnung, indem räumlich getrennte und jahreszeitlich verschieden anfallende Futtermengen durch Wandern mit größeren Herden ausgenutzt wurden (sog. Transhumanz).

Dabei wurden die Herden üblicherweise während der Hauptvegetationszeit auf "absolutes", also anderweitig nicht nutzbares Weideland getrieben, etwa auf Hutungen, militärisches Übungsgelände, Magerrasen und sonstige "Ödflächen". Im Herbst wurden Stoppelfelder und Hackfruchtäcker, im Winter klimabegünstigte Dauergrünlandgebiete aufgesucht. Schwerpunkte für Winterweide waren naturgemäß neben dem niederbayerischen Tertiärhügelland die Sandlandschaften im Mittelfränkischen Becken um Nürnberg und Schwabach und das Main- und Donautal.

Die Wanderschäferei war abhängig vom Ineinandergreifen der Weidewirtschaft und der bäuerlichen Landnutzung:

- Der Schäfer war auf Brachäckern und im Herbst auf zweischürige Wiesen als Weideflächen angewiesen.
- Der Landwirt erhielt durch die Nachtpferchung auf den Brachäckern und auf abgeernteten Äckern über den Schafkot die erwünschte Düngung.

Der Rückgang der Wanderschäferei seit der Jahrhundertwende liegt begründet in:

- Rückgang der Herbst- und Winterweiden (Umbruch gleich nach der Ernte, sog. Schwarzbrache, mangelnde Akzeptanz der Nachweide auf Wiesen, bedingt durch den tiefgreifenden Strukturwandel in der Landwirtschaft);
- Behinderung der Wanderung durch Zerreißen der alten Triftwege (Landschaftszersiedelung, Verschwinden der Allmendflächen, Zerschneidung durch Verkehrswege und dichten Verkehr);
- sozialen Ursachen wie Mangel an Freizeit, Verzicht auf Familienleben, schwierige gesellschaftliche Stellung.

Auf aktuelle Probleme der Wanderschäferei, soweit sie für die Durchführung der Pflege relevant sind, wird in Kap. 3.4.1.2 näher eingegangen.

1.6.2.1.4 Bezirksschäferei

Diese jüngere Form der Weidewechsel-Wirtschaft hat sich aus der Wanderschäferei entwickelt und gewinnt derzeit zunehmend an Bedeutung.

Sie ist gekennzeichnet durch eine Schafmeisterei mit Winterstall, in dessen Umgebung unter Aufsicht eines ausgebildeten Schäfers von Frühjahr bis Spätherbst Flächen verschiedenster Art durch die Herde beweidet werden. Im Frühling vor Vegetationsbeginn werden Wiesen beweidet, von April bis Juli absolute Schafweiden (siehe Wanderschäferei) aufgesucht, im Herbst auf abgeerntete Felder und schließlich wieder auf Grünland getrieben.

Als wichtige funktionelle Eckdaten sind die Verfügbarkeit von Ausweichflächen während sommerlicher Dürre sowie ausreichende Grünlandflächen zur Gewinnung von Winterfütterung zu betrachten. Die Vorteile gegenüber der Wanderschäferei sind die Ermöglichung eines seßhaften Lebens und die intensivere Produktionsweise.

1.6.2.2 Beweidung durch weitere Haustiere

Neben der Beweidung mit Schafherden sind weitere, oft im Wechsel damit oder gemeinsam betriebene Weidenutzungen bekannt, die heute praktisch völlig zum Erliegen gekommen sind.

• Schweinemast

Die entlang der Talhänge oft noch heute vorhandenen Eichenreihen und -feldgehölze in Gehöft- und Dorfnähe sowie die Hutanger auf den Allmendflächen wurden zur herbstlichen Schweinemast genutzt.

• Ziegenweide

Die zur Einzelhaltung geeignete und leichter melkbare Ziege spielt als sehr genügsames (wenn auch genäschiges) Weidetier eine heute oft unterschätzte Rolle hinsichtlich der Milchversorgung als "Kuh des Kleinen Mannes". Erst in der Nachkriegszeit kam es in ganz Mitteleuropa zu erheblichen Bestandsminderungen. Seit der Stagnation dieses Rückgangs Anfang der siebziger Jahre liegt die Zahl in den alten Bundesländern annähernd bei 40.000, von denen ca. 30% der Weißen Deutschen Edelziege, die übrigen 70% zur Bunten Deutschen Edelziege gehören (SAMBRAUS 1987). Übliche Formen der Ziegenweide waren die Schaf-Ziegen-Mischbeweidung und die Einzelpflockung.

- Schaf-Ziegen-Mischbeweidung

Neben der Stallhaltung waren Ziegen häufig in Beimengungen von wenigen Stück bis ca. 10% in Schafherden enthalten. Wichtigster Effekt ist der erwünschte Rückbiß von Hecken und Trifträndern sowie Gehölzaufwuchs auf der Weidefläche, welche von Schafen in der Regel erst nach weitgehender Ausnutzung

der Weidefläche angenommen werden. Daneben ist auch die Annahme von Weideunkräutern wie Disteln, Ampfer etc. zu vermerken, so daß insgesamt ein geringerer Aufwand für die Weidepflege resultiert.

- Einzelpflockung

Die Beweidung von Straßenböschungen, Bahndämmen und ortsnahen Allmendflächen wurde durch Pflockung von einzelnen Ziegen oder Muttertieren mit täglichem Wechsel des Standorts bewerkstelligt, wobei die Tiere die Nacht im heimischen Stall verbrachten.

Der Niedergang der Ziegenhaltung in unserem Jahrhundert ist nicht zuletzt im Zusammenhang mit der stark abnehmenden Akzeptanz der mit der Haltung eines Ziegenbocks verbundenen Geruchsbelästigung bei gleichzeitiger Zunahme des allgemeinen Wohlstandes zu sehen. Das Verschwinden der breiten Raine durch Flurbereinigung und Bau breiterer Straßen, die Überbauung der ortsnahen Allmendflächen, der Übergang zu industrieller Milchwirtschaft sind weitere Faktoren. Immerhin waren noch in den 50er Jahren Gemeinde-Ziegenböcke zum Decken der Ziegen nicht ungewöhnlich.

1.6.2.3 Wechselnutzung als Grünland und Ackerland

Schwerpunktgebiete der Wechselnutzung von Magerrasen-Standorten als Grünland und Acker befanden sich in Bayern vor allem in Unterfranken. Auf Sandstandorten der Mainterrassen wurde sie zu meist als **Feld-Weide-Wechselwirtschaft** ausgeübt. Durch den substratbedingten, raschen Abbau der Nährstoffe und den allgemeinen Düngermangel vor Einführung der Minereraldüngung mußte die Ackernutzung zwischenzeitlich immer wieder aufgegeben werden.

Bekanntestes Beispiel sind die, in Resten zwischen Miltenberg und Aschaffenburg, aber auch außerhalb Bayerns am Oberrhein lokal noch heute vorhandenen, in handtuchartig schmale Parzellen gegliederten Acker-Streuobst-Streifenkomplexe mit ihren aus klimatischen Gründen auf den Untermain beschränkten Vorkommen des Zwerggrases, *Mibora minima*. Der bis heute geringe Düngungsaufwand auf den Obstparzellen dürfte eine wichtiger Ursache für die Existenz solcher Relikte sein.

1.6.2.4 Streugewinnung

Die Nutzung des Bodenbewuchses in siedlungsnahen Waldungen als Einstreu war angesichts des Mangelfaktors Dünger in den Zeiten vor der Erfindung des Mineraldüngers allgemein verbreitet. Die durch Ausrechen der Laub- und Nadelstreu und Abplaggen der obersten Bodenschicht gewonnene Streu wurde in die Stallungen eingebracht und später als Dünger auf die Felder gebracht.

SPERBER (1968) beschrieb, in welchem Ausmaß die Streunutzung in den Nürnberger Stadtwäldern vorgenommen wurde: Im Jahre 1799 nahm die "Städtische Waldbüchse" der Freien Reichsstadt Nürnberg für Waldstreu im Sebalder Reichswald

5.484 Gulden, im Lorenzer Reichswald 7.776 Gulden ein. Danach müssen in diesem Jahr 100.000 Fuder Streu aus dem Reichswald abgefahren worden sein. Das bedeutet bei einer Waldfläche von rund 30.000 ha etwa 16 Kubikmeter pro Hektar und Jahr oder 1,6 l pro Quadratmeter und Jahr, eine schwer vorstellbare Menge.

Diese erhebliche Entnahme an Nährstoffen und Biomasse über Jahrhunderte führte weithin zum völligen Zusammenbruch des Stoffkreislaufs, mithin zur Auflösung des Waldes im heutigen Sinne. Die so entstandenen, heideartigen Bestände wurden neben der Streugewinnung, Waldweide und Brennholzentnahme speziell im Reichswald durch Gewinnung von Bienenhonig (siehe Zeidelwirtschaft weiter unten) auf den durch die genannte Nutzung geförderten Besenheide-, Preisel- und Heidelbeerflächen ergänzt. Auf Sandstandorten ging die Degradation noch erheblich weiter und führte zur Ausbildung flechtenreicher Bestände mit extremer Armut an Arten höherer Pflanzen.

1.6.2.5 Weitere Bewirtschaftungsformen

Neben der Beweidung, die naturgemäß auf die geschlossenen Sandrasen und Heiden der Talränder beschränkt war (Kap. 1.6.2.1), der regional vorkommenden sporadischen Ackernutzung (Kap. 1.6.2.3, S.73) und der Streuentnahme aus den Heiden und Sandwäldern (Kap. 1.6.2.4, S.73) sind weitere Nutzungen regionalen, temporären oder sporadischen Charakters zu verzeichnen.

• Substratentnahme

Bäuerliche Sandentnahmen an hierfür besonders geeigneten Sandterrassenhängen waren stets Bestandteil der traditionellen Nutzung. Die Sande wurden früher für den Hausbau, zur Stubenreinigung, als Scheuermittel, als Verankerungs-substrat für Holzpfähle und anderes verwendet.

• Zeidelwirtschaft

Vom Mittelalter bis weit in die Neuzeit hinein war die Zeidelei (= Imkerei) ein wesentlicher Bestandteil der Waldnutzung. Der Honig hatte als einziges Süßungsmittel erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Die damaligen Bienenstöcke, sogenannte "Bienenbeuten", wurden als Löcher in dicken, entwipfelten Laubholzstämmen ca. 4 m über der Erde angelegt, wobei im Lorenzer Reichswald 24 Zeidelorte vorhanden waren. Sie hatten je Ort mit 24 "Beuten" bei Betriebsgründung und sechs weiteren pro Jahr, besonders aber durch bewußte Förderung von Heide und Schlagfluren als Bienentracht ihren Teil an der Devastierung der Bestände (BARTHEL 1957).

• Abflämmen

Auf als Schafhutung genutzten Weiden war früher das Abflämmen in unregelmäßigen Abständen üblich, um gegen Verbuschung und Streufilzdecken vorzugehen. Zwecks Aschedüngung erfolgte das Abflämmen auch vor kurzfristiger Beackerung zur Aufschließung der Mineralstoffe.

1.7 Für die Existenz wesentliche Lebensbedingungen

(Bearbeitet von B. Quinger, unter Mitwirkung von N. Meyer)

In diesem Kapitel werden die Standortfaktoren und Nutzungseinflüsse dargestellt, die für das Entstehen bzw. das dauerhafte Fortbestehen der Sandrasen und Sandfluren entscheidend sind. Jedes akzeptable Pflegekonzept muß prinzipiell auf die Erhaltung dieser existentiellen Lebensbedingungen hin abgestimmt sein. Die genaue Kenntnis dieser Grundfaktoren gehört daher zum "Grundrüstzeug" eines jeden, der Pflege- und Entwicklungskonzepte zum Lebensraumtyp "Sandrasen und Sandfluren" entwirft.

In [Kap. 1.7.1](#) werden die existentiellen Standortbedingungen zusammengestellt, in [Kap. 1.7.2](#) (S.74) wird dargestellt, wie Nutzungseinflüsse beschaffen sein müssen, um die anthropogenen Sandbiotope dauerhaft zu sichern. In [Kap. 1.7.3](#) (S.76) wird kurz auf die Bedeutung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der geographischen Lage eingegangen.

1.7.1 Standortbedingungen

Den Standortfaktoren kommt für die Sandrasen und die Sandfluren existentielle Bedeutung zu:

- **Wasserversorgung**
Sandböden stellen in Mitteleuropa edaphisch trockene Standorte dar. Schon kurze Trockenperioden lassen im grobporenreichen Boden den Kapillarstrom vom Grundwasser her abreißen. Die Wasserkapazität der humusarmen Sandböden ist gering. Sandrasen sind nicht auf trockene Standorte beschränkt, sondern wagen sich auch auf +/- frische Standorte vor. Allerdings sind die Sandrasen relativ frischer Standorte einem höheren Sukzessionsdruck ausgesetzt als die besonders trockener Sand-Standorte.
- **Bedeutung von Sandbewegungen durch den Wind**
Für den Sondercharakter der Sandrasen verantwortlich ist vor allem die, durch geringe Bindigkeit (Kohärenz) verursachte, leichte Verwehbarkeit der Bodenteilchen. In den beweglichen und windexponierten Sandfluren begrenzen die bei Winden auftretenden Sand-Strahlgebläse und die Übersandungen die Gefäßpflanzen-Vielfalt, erzeugen jedoch die ökologische Nische für zahlreiche konkurrenzschwache Spezialisten, die sich anderswo im binnenländischen Mitteleuropa nicht behaupten können. Die verschiedenen Verfestigungsstadien bei zunehmender Festlegung der Lockersande stellen ein spezifisches und unentbehrliches Bausubstrat für Sandsiedler dar.
- **Lichtfaktor und Bestandsklima**
Die Sandrasen-Vegetation i.e.S. (s. [Kap. 1.4.3](#), S.35) ist stark lichtabhängig und in unseren Brei-

ten auf voll besonnte, allenfalls kurzzeitig beschattete Standorte beschränkt.

- **Nährstoffversorgung**

Zumindest auf hinsichtlich des Wasserfaktors nicht extremen, mäßig trockenen bis frischen, bereits weitgehend konsolidierten Sand-Standorten ist eine geringe Nährstoffversorgung "conditio sine qua non" (unabdingbare Voraussetzung) für die Fortexistenz eines Sandrasens. Die Versorgung der Vegetation mit Stickstoff und Phosphor darf nur gering sein. Dasselbe gilt für das Kalium, dem auf Sandböden vielfach die Rolle des Minimumfaktors zufällt (vgl. [Kap. 1.3.3](#)). Potentiell gefährdet durch Nährstoffeinträge sind deshalb vor allem die Sandgrasnelken-Schwingelrasen. Die Humus-Kolloide im Wurzelraum dieser Rasen erhöhen das Sorptionsvermögen der Sandböden beträchtlich. Die N-Nachlieferung in Sandgrasnelkenrasen bewegt sich in etwa auf dem Niveau von Kalkmagerrasen.

Eine N-Versorgung von 40-50 kg/Hektar und Jahr dürfte auf Dauer schon kritisch sein, wenn zugleich für Sandrasen-Verhältnisse eine relativ hohe P- und K-Versorgung vorliegt. Eine N-Versorgung von 50-60 kg/Hektar und Jahr stellt bereits den Stickstoffbedarf von ARRHENATHERION-Beständen zufrieden, gegen die die Sandrasen-Vegetation nicht konkurrieren kann.

1.7.2 Nutzungseinflüsse

Als wichtigste traditionelle Bewirtschaftungsformen der vom Menschen geschaffenen Sandrasen und Sandfluren sind die **Schafbeweidung**, die **Feldweide-Wechselnutzung**, die **Streunutzung** und die **Sandentnahme** zu nennen. Diese Bewirtschaftungsformen (samt ihren zahllosen Ausführungsvarianten) erzeugen durch ihre spezifischen Wirkungsweisen mehr oder weniger verschiedenartige Sandrasen-Ausprägungen. Erzeugend und bestandserhaltend für Sandrasen und Sandfluren wirken sich diese oder andere Bewirtschaftungsformen (bzw. zur Wahl stehende Pflegeformen) auf Dauer nur aus, wenn sie folgende Abläufe aufrechterhalten:

- **Verhinderung von Verbuschung und Waldaufwuchs**

Die Lebensgemeinschaften der Sandrasen und der offenen Sandfluren sind lichtabhängige Lebensgemeinschaften. Da diese nahezu ausschließlich auf waldfähigen Standorten angesiedelt sind, wirken sich nur solche Nutzungs- oder Pflegeformen bestandserhaltend aus, die das Gelände offenhalten. Schon leichte Beschattung und Nadelstreu durch Kiefern aufwuchs drängt das Silbergras auf belichtete Bereiche zurück und fördert Zwergsträucher und die Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*). Mahd unterdrückt Gehölzaufwuchs wirksam, ist jedoch auf Sandrasen niemals üblich gewesen. Bloßes Beweiden genügt nicht immer: ein Teil der Gehölze muß in solchen Fällen durch den Menschen entfernt

werden, wenn das allmähliche Zuwachsen der Sandrasenheide unterbunden werden soll.

- **Verhinderung von Verfilzung**

Insbesondere auf bereits konsolidierten, nur mäßig trockenen bis frischen Sandrasen können einige Grasarten wie *Calamagrostis epigeios* bodenverdämmende Streufilzdecken erzeugen. Die Verfilzung durch das Reitgras wird besonders bei schwacher Eutrophierung des Standorts und bei partieller Beschattung wirksam. Diese Streufilzdecken verursachen tiefgreifende Veränderungen der Bodenvegetation, der Sandrasen-Charakter geht weitgehend verloren. Nutzungs- und Pflegeformen, welche die Existenz von Sandrasen erzeugen oder sicherstellen sollen, müssen die Verfilzung völlig oder weitgehend unterbinden. Dies geschieht durch die Entfernung der von den Gräsern erzeugten Bio- bzw. Nekromasse bis spätestens zum Beginn der neuen Vegetationsperiode (Anfang April). Ablauf und Wirkungsweise der Verfilzung sowie Möglichkeiten der Gegensteuerung werden in Kap. 2.2.1.3 behandelt.

- **Bereitstellung neuer Offensand-Standorte**

Der Pioniercharakter der typischen Silbergrasflur bedingt, daß diese ohne eine ab und an stattfindende Neubildung von Sandrohboden-Standorten auf Dauer nicht erhalten werden kann. Diese Neubildung geschah früher außer durch Sandentnahme durch intensive Beweidung. Unterbleibt langfristig die Neubildung von Sandrohböden, so können sich Silbergras-Bestände in einem solchen Gebiet nur entlang von betretenen Wegen behaupten.

- **Nährstoffentzüge**

Bei einer verbesserten Nährstoffversorgung werden die Pflanzengemeinschaften der Sandrasen und Sandfluren über kurz oder lang von konkurrenzkräftigeren, jedoch anspruchsvolleren Pflanzenbeständen verdrängt. Die gegen eine verbesserte Nährstoffversorgung empfindlichen, weil konkurrenzschwachen Sand-Lebensgemeinschaften werden deshalb durch nährstoffentziehende Nutzungen gegenüber wüchsigeren, jedoch anspruchsvolleren Konkurrenten gefördert.

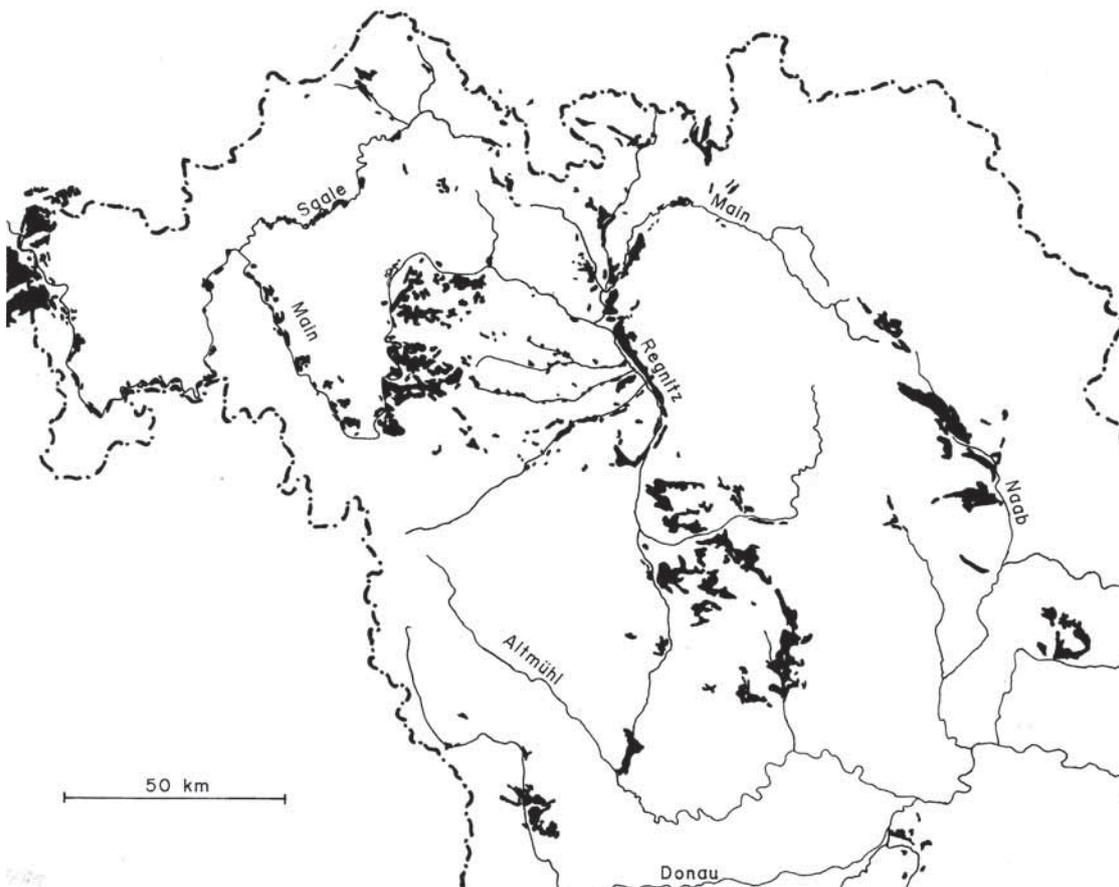


Abbildung 1/17

Flugsand-, Decksand und Terrassensand-Vorkommen im nördlichen Bayern. (eigene Auswertung nach Geolog. Karte von Bayern 1:500.000, Hrsg. GLA)

In Sandwäldern wirkte als wichtigste nährstoffentziehende Maßnahme früher der Streuhieb, der zur Entstehung der artenreichen, lichten Sandkiefernwald-Ausbildungen führte. In den Offensandgebieten profitieren von Nährstoffentzügen vor allem die Pflanzengemeinschaften, die bereits auf +/- konsolidierten Sanden gedeihen (z.B. Sandgrasnelkenrasen). Sandgrasnelkenrasen werden grundsätzlich durch Schafbeweidung stabilisiert, sofern die Pferchung außerhalb der Magerweide erfolgt.

Die zunehmenden Immissionen aus der Luft scheinen Anreicherungsvorgänge im Vergleich zu früher deutlich zu beschleunigen. Angesichts der verstärkten Immissionen von Nährstoffen in die Sandrasen- und Sandflur-Ökosysteme ist es

mehr denn je fraglich, ob sich Nutzungs- und Pflegeformen, die keine oder nur geringe Nährstoffentzüge bewirken, auf lange Sicht zur Erhaltung von reifen, konsolidierten Sandrasen eignen.

1.7.3 Sonstige Einflüsse

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Eine Anzahl von Nutzungsumwidmungen führt heute in vielen Sandgebieten zu temporärer Entstehung von Sandrasen. Durch Baumaßnahmen verschiedener Art entstehen sandige Böschungen, die oft schon nach wenigen Jahren verblüffend hochwertige Artenkombinationen auf kleinster Fläche aufweisen. Der Abbau von Sand zu Bauzwecken

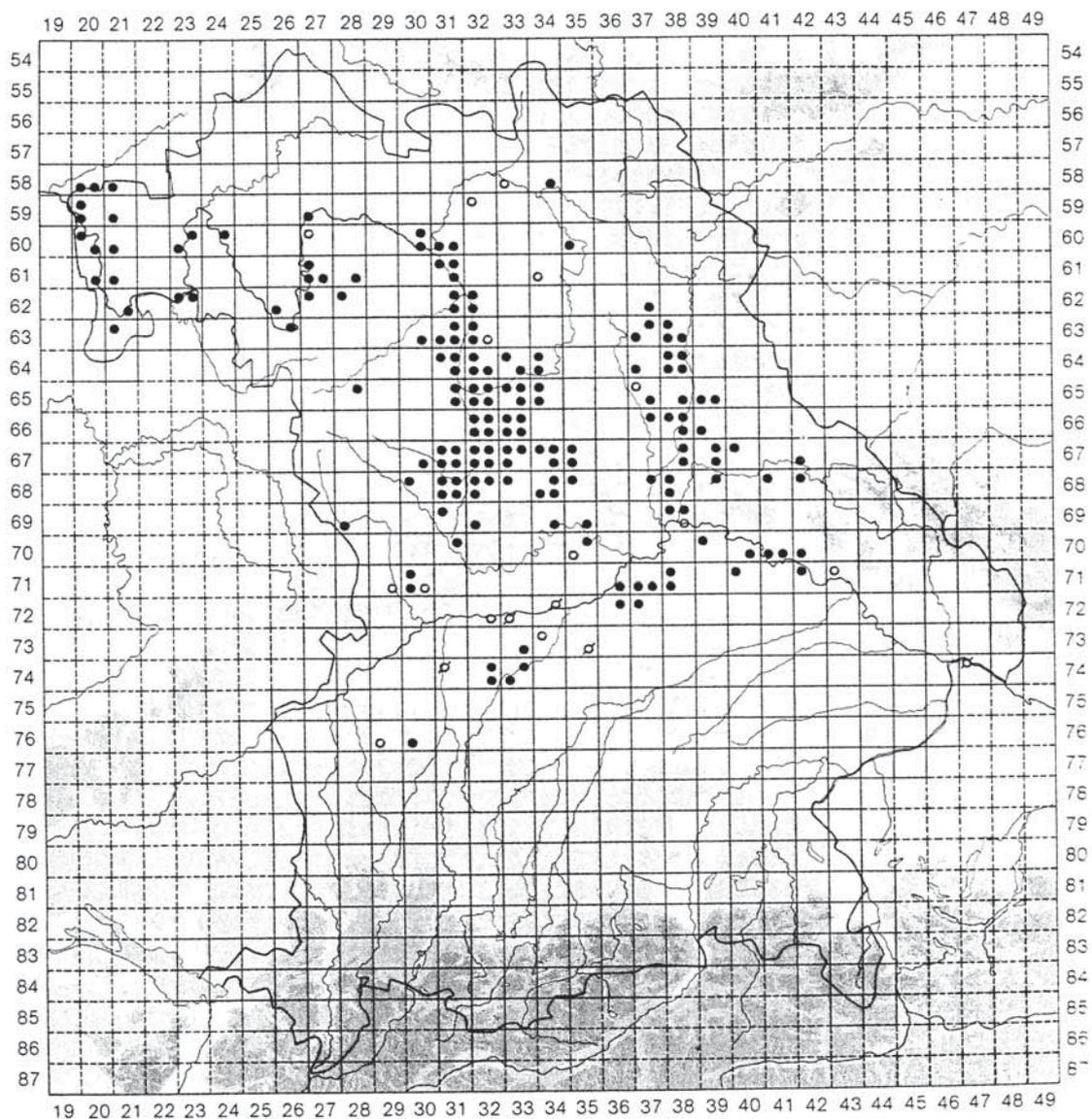


Abbildung 1/18

Verbreitung von *Corynephorus canescens* (Silbergras) in Bayern (nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2246)

läßt vielfach in kürzester Zeit große Flächen von vegetationsarmen oder -freien Offensanden entstehen, die heute zumeist durch die Folgenutzung wie Verfüllung und Wiederaufforstung rasch wieder verlorengehen. Industriebrachen der Ballungsräume des Regnitzbeckens bieten beispielsweise oft nach kurzer Zeit eindrucksvolle Sandrasenbestände, deren Entwicklung durch Überbauung oder durch gärtnerische Behandlung abgebrochen wird.

Geographische Lage

Die Verbreitung der wertbestimmenden Pflanzen- und Tierarten der Sandfluren in Bayern läßt sich oft weniger durch die standörtliche Beschaffenheit als durch die geographische Lage erklären. Sandrasen, die an Floren- und Faunenwanderstraßen liegen, sind wesentlich reichhaltiger als standörtlich sonst vergleichbare Sandrasen, die fernab solcher Straßen liegen.

1.8 Verbreitung in Bayern

(Bearbeitet von N. Meyer und B. Quinger)

Das nachfolgende Kapitel bietet zunächst einen landesweiten Überblick der Sandstandorte nach Regierungsbezirken und Landkreisen (Kap. 1.8.1). Anschließend wird die regionale Differenzierung der Sandrasen und Sandfluren in Bayern nach eher naturräumlichen Gesichtspunkten behandelt (Kap. 1.8.2, S.81).

Großräumig hängt die Verbreitung der Sandrasen in Bayern eng mit dem Vorkommen von offenen, unbewaldeten Lockersanden in Flug- und (Nieder)Terrassensandgebieten Bayerns zusammen. Der Vorkommensbereich der die Sandrasen tragenden Flugsand-, Dünen- und Decksandgebiete im nördlichen Bayern läßt sich aus der Geologischen Karte von Bayern (Maßstab 1: 500.000) entnehmen (vgl. Abb. 1/17, S. 75). Einige Tertiär- und Kreidesand-Gebiete in der Oberpfalz sind in dieser Karte nicht eingetragen. Ebenso sind dort die sauren Molassesande des Tertiärhügellandes (z.B. im Raum Schrobenhausen), die unter Schluff- und Lößüberdeckungen zum Vorschein kommen, nicht berücksichtigt.

Die Verbreitungskarte von *Corynephorus canescens* nach der Floristischen Kartierung Bayern (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990: Karten-Nr. 2246, vgl. Abb. 1/18, S. 76) läßt sich mit den in der Geologischen Karte von Bayern dargestellten Lockersandvorkommen gut zur Deckung bringen und gibt ihrerseits die Verbreitung der Sandrasen in Bayern einigermäßen präzise wider.

1.8.1 Übersicht nach Regierungsbezirken und Landkreisen

(Bearbeitet von N. Meyer)

Nachfolgend werden knapp und stichpunktartig die Vorkommen der offenen Sandfluren und Sandrasen-Ökosysteme in den einzelnen Regierungsbezirken und Landkreisen Bayerns angesprochen. Ausführlichere Angaben zu Sandrasen- und Sandflur-Vorkommen in den einzelnen Landkreisen sind den

Langfassungen der ABSP-Landkreisbände zu entnehmen.

1.8.1.1 Oberbayern

Im bayernweiten Vergleich fällt innerhalb von Oberbayern nur dem Landkreis Neuburg-Schrobenhausen hinsichtlich seiner Sandrasen- und Sandflur-Vorkommen eine herausgehobene Bedeutung zu. Wegen hoher Basengehalte und den Substrateigenschaften der Wuchsorte leiten die Sandrasen dort bereits zu den Kalkmagerrasen über und sind über Zwischenformen mit diesen verbunden (vgl. auch LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen, Kap. 1.12.6).

Lkr. Eichstätt (EI)

Im Nordosten des Landkreises im Bereich Beilngries sind durch die Biotopkartierung Silbergrasfluren nachgewiesen worden, die südliche Ausläufer der Neumarkter Sandvorkommen darstellen.

Lkr. Erding (ED)

Nur noch Reste von Sandrasen im Tertiärhügelland an Abbaustellen oder Böschungen bei Hinterauerbach, Grünbach etc. vorhanden. Weitere Informationen siehe ABSP-Landkreisband.

Lkr. Freising (FS)

Sandrasenreste an Hangkanten ehemaliger Weideflächen im Donau-Isar-Hügelland sowie Silbergrasfluren in Abbaubereichen. Weitere Informationen und Flächenbeispiele siehe ABSP-Landkreisband.

Lkr. Neuburg-Schrobenhausen (ND)

Im nordwestlichen Tertiärhügelland sind bei Schrobenhausen Dünenreste mit glimmerreichen Flugsanden vorhanden, die sich durch Übergänge zu und Verzahnungen mit Kalkmagerrasen auszeichnen. Reine Flugsanddünen finden sich z.B. bei Sandhof, Haid a. Rain und bei Gröbern (siehe auch Kap. 1.8.2.6, S.84). Weitere Informationen zu Sandrasen-Vorkommen im Landkreis enthält der ABSP-Landkreisband.

Lkr. Pfaffenhofen (PAF)

Kleinflächige Reste an Sandrasen sind von der Biotopkartierung auf dem MTB 7334 (Reichertshofen) nachgewiesen. Sandrasenreste bei Gröbern mit Vorkommen von *Diphysium complanatum* agg. sowie Kalksandheiden bei Freinhausen mit Intermediärcharakter zwischen den Kalkmagerrasen und den eigentlichen Sandrasen (werden im LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen" behandelt). Weitere Einzelvorkommen erwähnt das ABSP.

Übrige Landkreise

In den übrigen Landkreisen des Regierungsbezirks, **Altötting (AO)**, **Bad Tölz-Wolfratshausen (TÖL)**, **Berchtesgadener Land (BGL)**, **Dachau (DAH)**, **Ebersberg (EBE)**, **Fürstfeldbruck (FFB)**, **Garmisch-Partenkirchen (GAP)**, **Landsberg am Lech (LL)**, **Miesbach (MB)**, **Mühldorf a. Inn (MÜ)**, **München** und **München-Land (M)**, **Rosenheim (RO)**, **Starnberg (STA)**, **Weilheim-Schongau (WM)** und **Traunstein (TS)** sind keine Sandrasen bekannt.

1.8.1.2 Niederbayern

Im Regierungsbezirk Niederbayern finden sich lediglich im donaanahen Nordteil Sandrasen- und Sandflurvorkommen. Es handelt sich um die bedeutendsten Bestände Südbayerns. Sie stellen einen für Bayern eigenständigen, mit zahlreichen kontinentalen Arten ausgestatteten Typ auf einem glimmerreichen Sandsubstrat dar.

Lkr. Dingolfing-Landau (DGF)

Nach ABSP im Isartal isoliertes Vorkommen von *Thesium linophyllum* auf Sand.

Lkr. Kelheim (KEH)

Mit den Dünengebieten bei Abensberg, Offenstetten und Siegenburg weist dieser Landkreis einen landesweiten Schwerpunkt der Sandkiefernwälder und Sandrasen mit Vorkommen von *Chimaphila umbellata* und *Pulsatilla vernalis*, *Sphingonotus caeruleans* und *Oedipoda caerulea* auf. Die Sandrasen liegen inselartig in die Kiefernwaldbereiche der Dünen eingestreut, in kleinsten Resten auch im Tertiärhügelland. Vorherrschend Silbergrasfluren an Abbaustellen oder Wegrändern, Bestände mit Grasnelken oder Sandstrohblumen sind auf winzige Flächen zurückgedrängt. Weitere Angaben im Kap. 1.8.2.5 sowie im ABSP-Band.

Lkr. Landshut (LA)

In den MTB 7337 (Pfeffenhausen) und 7338 (Hohenthann) sind kleinflächige Silbergrasfluren durch die Biotopkartierung nachgewiesen.

Lkr. Straubing-Bogen (SR)

Die Sandrasenvorkommen mit Silbergras sind um Straubing nach GÄGGERMEIER (1992, mdl.) bis auf winzige Reste bei Sand verschwunden. Im Bereich des MTB 7041 (Münster) sind nach BEMMERLEIN (1992, mdl.) bei Friedenhain an den Rändern der Naßbaggerungen noch kleine, ruderalisierte Reste von Sandgrasnelkenrasen vorhanden.

Übrige Landkreise

In den übrigen Landkreisen des Regierungsbezirks, **Deggendorf (DEG)**, **Freyung-Grafenau (FRG)**, **Passau (PA)**, **Regen (REG)** und **Rottal-Inn (PAN)** sind keine aktuellen Sandrasen bekannt.

1.8.1.3 Oberpfalz

Der Regierungsbezirk Oberpfalz besitzt Schwerpunkt vorkommen der Sandrasen und Sandfluren in Bayern. Sie konzentrieren sich aufs Oberpfälzer Hügelland, auf benachbarte Talräume und begleiten die nach Süden entwässernden Flußsysteme von Regen, Naab und Laaber. Als Besonderheit sind die Flechten-Kiefernwälder mit Schneeheide zu erwähnen, darüber hinaus heute bayernweit einzigartige Verzahnungen der Sand-Lebensräume mit nährstoffarmen Moor-Kiefernwäldern.

Lkr. Amberg-Sulzbach (AS)

Die Ausläufer der armen Kiefernwälder und Sandrasen aus dem Nachbarlandkreis Neustadt reichen bis in den Osten des Landkreises. Die Tertiärsande um

Weiden reichen ebenfalls in den Landkreis auf den MTB 6337 (Kaltenbrunn) und 6438 (Schnaittenbach) (Nachweise durch die Biotopkartierung). Weitere Sandrasen-Vorkommen im Landkreis erwähnt das ABSP.

Lkr. Cham (CHA)

Entlang der Regensenke Vorkommen von Sandrasen, nach ABSP mit Vorkommen der Sand-Strohblume. Die Biotopkartierung belegt Silbergrasfluren für das MTB 6842 (Miltach).

Lkr. Neumarkt/Opf. (NM)

Die Sande am Albrauf und in den Talmulden südlich Neumarkt stellen neben dem gemeinsamen Sandgebiet der Landkreise Neustadt und Schwandorf eines der beiden Zentren der Sandrasen in der Oberpfalz dar. Die Neumarkter Sande entsprechen im Typ den artenarmen Sanden des südlichen Regnitzbeckens. Reste von Sandgrasnelkenrasen sind durch die Biotopkartierung dokumentiert, etwa für das MTB 6834 (Berching).

Lkr. Neustadt/Waldnaab (NEW)

Die Sandrasen-Vorkommen im Sulztal gehören zu den Schwerpunkt vorkommen dieses Magerrasen-Typs in der gesamten Oberpfalz. Am Ortsrand von Grafenwöhr sind Grasnelkenfluren in winzigen Restbeständen vorhanden. Das militärische Übungsgelände enthält noch hochwertige Mischkomplexe aus Silbergrasfluren an trockenen Sanden und NANOCYPERION-Beständen (mit *Illecebrum verticillatum* und *Radiola linoides*) an durchnässten Pionierstandorten.

Lkr. Regensburg, inkl. Stadtgebiet (R)

Im Naabtal sind Sandrasen bis auf vereinzelte *Armeria*-Bestände bei Klardorf und sandige Waldwegesäume mit Silbergras und Sand-Thymian zwischen Kallmünz und Burglengenfeld (Fischbach, Greindorf) nahezu verschwunden (MERGENTHALER 1992, mdl.). Im Regental existieren Sandrasen-Reste gegenwärtig noch in der Umgegend von Regensburg (Nachweis Biotopkartierung). Wertvolle Sandrasenreste nennt das ABSP im Bereich von sandigen, lichten Kiefernforsten von der Nord- und Ostseite des Hutbergs, wo an Anrissen und kleinen Abgrabungen Silbergrasfluren auftreten, und von den Hochterrassen der Donau an der historischen Ochsenstraße südlich Sünching (Sand-Thymian, Heidenelke). Weitere Sandrasen-Vorkommen erwähnt der ABSP-Landkreisband.

Lkr. Schwandorf (SAD)

In der Biotopkartierung nur fürs Blatt Wackersdorf dokumentiert. Nach BEMMERLEIN-LUX (1992, mdl.) sind noch bei Lichtenhaid Reste von Sandrasen mit Grasnelken und Silbergras erhalten, bei Nittenau Sandgrasnelkenrasen mit *Koeleria macrantha*. *Helichrysum arenarium* ist heute auf den Sandrasen-Resten des Landkreises verschollen.

Lkr. Tirschenreuth (TIR)

Für die Blätter Tirschenreuth und Falkenberg wurden von der Biotopkartierung zahlreiche Rasenbestände mit Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*) oder Frühlings-Spark (*Spergula morisonii*) erfaßt. Hier-

bei handelt es sich jedoch nicht um Sandrasen i.e.S., sondern um nah verwandte Siliktrassen-Gemeinschaften auf Granitgrus.

1.8.1.4 Oberfranken

In Oberfranken sind Sandrasen- und Sandflur-Vorkommen schwerpunktmäßig an der unteren Regnitz und ihrem Mündungsgebiet angesiedelt.

Lkr. Bamberg, inkl. Stadtgebiet (BA)

Mit den Mainsanden um Eltmann, dem Börstig, sowie Resten von Winterlieb-Kiefernwäldern nördlich der Stadt Bamberg bei Oberhaid, den Dünenwäldern bei Hirschhaid, den Talwiesen auf den Sanden längs der unteren Regnitz von Bamberg bis Pettstadt, kann der Lkr. Bamberg als der Schwerpunkt-Landkreis Oberfrankens für Sandrasen- und Sandflur-Vorkommen gelten.

Lkr. Bayreuth, inkl. Stadtgebiet (BT)

Spärliche Vorkommen von Silbergras im Stadtgebiet von Bayreuth.

Lkr. Forchheim (FO)

Im Regnitztal auf flußnahen Terrassensanden überregional, im Westteil des Landkreises auf Flugsanddünen landesweit bedeutsame Sandrasen-Komplexe, bei Haid mit Winterlieb-Kiefernwäldern. Auf dem Lias-Albvorland befinden sich aufgelagerte Sandvorkommen mit Haarstrang-Kiefernwäldern. Zusammen mit dem Lkr. Bamberg Schwerpunkt-Landkreis Oberfrankens für die in diesem Band behandelten Sand-Biotope.

Lkr. Hof (HO)

Durch die Biotopkartierung für das MTB 5737 (Schwarzenbach) Pionierrasen und Grasnelkenfluren nachgewiesen.

Lkr. Kulmbach (KU)

Vereinzelte Reste von Silbergrasrasen am Main.

Lkr. Lichtenfels (LIF)

In den Mainschleifen auf sandigen Niederterrassen wertvolle Reste von kalkbeeinflussten Sandgrasnelkenrasen (Karthäusernelken-Ausbildung) und Silbergrasfluren.

Lkr. Wunsiedel (WUN)

Im Bereich des Selber Forsts an sandigen Anrissen Vorkommen von *Myosotis discolor* (ABSP), für das MTB 5838 (Selb) Vorkommen von Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*) nachgewiesen.

Übrige Landkreise

In den übrigen Landkreisen des Regierungsbezirks, **Coburg (CO)** und **Kronach (KR)** kommen Sandrasen nicht vor.

1.8.1.5 Mittelfranken

Der Regierungsbezirk Mittelfranken übertrifft die anderen sechs Regierungsbezirke in Bayern sowohl durch die Zahl als auch durch die Gesamtfläche an Sandrasen- und Sandflur-Vorkommen; sämtliche

Landkreise dieses Bezirks sind zumindest spärlich mit Sandrasen und Sandfluren ausgestattet. Die Hauptvorkommen begleiten das Regnitztal von Erlangen bis südlich Roth.

Lkr. Ansbach (AN)

Spärliche Restvorkommen an Wörnitz, Altmühl und Rezat im Bereich alter Sand-Abbaue, durch Zuwachsen etc. erheblich gefährdet. Angaben von Restvorkommen der Sandgrasnelke für die MTB 6630 (Heilsbronn) und 6731 (Abenberg) liefert die Biotopkartierung.

Lkr. Erlangen-Höchstadt (ERH)

Schwerpunktvorkommen von Sandäckern mit *Arnoseris minima* und *Anthoxanthum puellii* in Mittelfranken. Vorkommen artenreicher Silbergrasfluren auf Terrassensanden bei Möhrendorf (Wasserwerksbereich), wegen Grundwasserschutz weitgehend aufgeforstet. Größere Sandrasen-Vorkommen im Standort-Übungsplatz Tennenlohe. Südlich Baiersdorf sind auf älteren Ackerbrachen durch Rainfarn-Straußampfer-Bestände ruderalisierte Sandgrasnelkenrasen erhalten. Weitere Sandrasen-Vorkommen im Landkreis erwähnt das ABSP.

Lkr. Fürth (FÜ)

An der Grenze zum Stadtgebiet Nürnberg befindet sich innerhalb des Standortübungsplatzes Hainberg einer der letzten großflächigen, beweideten Sandrasen Bayerns. Darüber hinaus weitere spärliche Sandrasen-Reste im Bibertal bei Leichendorf, an der Bahn bei Weiherhof und auf Hochterrassen westlich Burgfarnbach. Weitere Sandrasen-Vorkommen im Landkreis erwähnt das ABSP.

Lkr. Neustadt-Bad Windsheim (NEA)

Für das MTB 6528 (Marktbergel) werden von der Biotopkartierung Silbergras-Vorkommen angegeben.

Lkr. Nürnberger Land (LAU)

Im Pegnitztal (Röthenbach, Behringersdorf, Laufamholz) und bei Schnaittach größere Sandvorkommen mit Sandwäldern und Pionier-Sandrasen sowie Sandgrasnelkenbeständen. Von landesweiter Bedeutung ist das riesige Sanddünenengebiet zwischen Altdorf und Leinburg mit Sandmächtigkeiten bis 50 Meter, großflächigen, sehr kryptogamenreichen und überaus kargen Flechten-Kiefernwäldern und einer bemerkenswerten Avi- und Heuschreckenfauna. Für dieses Gebiet existiert eine Voruntersuchung des IVL Röttenbach. Weitere Sandabbauflächen um Schwarzenbruck-Ochenbruck. Im unteren Rednitztal bei Reichelsdorf gute Sandrasen-Reste mit *Veronica dillenii*. Weitere Sandrasen-Vorkommen im Landkreis erwähnt das ABSP.

Lkr. Roth (RH)

Terrassensande mit wertvollen Rasenresten längs der Rednitz, etwa bei Pfaffenhofen. Abseits davon westlich Allersberg ausgedehnte bewaldete Dünenandgebiete mit großen Sandgrubenkomplexen zwischen Harrlach und Sperberslohe. Nördlich Hügelmühle, östlich Spalt und an der Mandlesmühle nördlich Pleinfeld Pionierrasenreste. Am Kanal süd-

lich Heuberg großflächige Sandrasen. Südlich Kornburg an der Autobahn beiderseits Sandgrasnelkenrasen.

Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen (WUG)

Im Bereich des Brombach-Speichers ehemals großflächige wertvolle Sandrasenkomplexe, Restflächen im Umfeld vorhanden.

Stadt Erlangen

Im Stadtgebiet das Sandwaldgebiet bei Tennenlohe mit Silbergrasfluren und Kiefernwäldern mit Restvorkommen von *Chimaphila*.

Stadt Fürth

Bis auf kleinflächige Reste östlich Stadeln, im Wäsig, an den Hempeläckern, den Espanwiesen und an der Bahnlinie bei der Erlanger Straße sind die Fürther Sandrasen-Standorte allesamt zugewachsen oder überbaut.

Stadt Nürnberg

Im Pegnitztal und Rednitztal sind Reste offener Sandterrassenkanten und Sandgrasnelkenrasen erhalten, im Umland der Stadt und im Stadtgebiet existieren einzelne Sandrasenstandorte noch auf Sandäckern und auf verbrachtem Gelände. Im Industriegelände konnten Sandrasenreste nur ausnahmsweise erhalten werden.

1.8.1.6 Unterfranken

Ein für die Sandrasen außerordentlich wichtiger Regierungsbezirk, in dem diese jedoch fast überall auf kleinste Restflächen zurückgedrängt und die Sandflächen insgesamt durch Ausweisung von Gewerbeflächen und Bauland erheblich bedroht sind. Die mainfränkischen Sandrasen stellen zumindest aus botanischer Sicht die artenreichsten Vertreter dieses Biotop-Typs in Bayern dar. Unterfranken verfügt zudem über bedeutende Restvorkommen der Wintergrün-Kiefernwälder sowie über gutausgebildete Sandackerbrachen. (vgl. auch Sandrasen- und Sandflur-Schwerpunktgebiete in den Kap. 1.8.2.1 und 1.8.2.2).

Lkr. Aschaffenburg incl. Stadtgebiet (AB)

Um Alzenau Sandrasenreste um alte Abbaubereiche. Bedeutende bewaldete Dünensandvorkommen um Stockstadt, daneben Sandäcker mit *Anthoxanthum puelii*, *Arnoseris* und *Galeopsis segetum*, Abbaugelände mit Pionierfluren und abgeschobene Industriebrachen mit großen *Helichrysum*-Vorkommen (siehe auch Schwerpunktgebiet 1.8.2.1).

Lkr. Haßberge (HAS)

Im Landkreis finden sich kaum Pionierfluren auf Sand. Auf abgeschobenen Flächen sind THERO-ARI-ON-Bestände mit *Filago arvensis* typisch (ABSP). An erhalten gebliebenen, konsolidierten Sandrasen sind zu nennen kalkbeeinflusste Sandgrasnelkenrasen bei Zeil und Augsfeld sowie sandige, lückige Extensivwiesen und Spülrasen auf dem großen Wöhrd bei Stettfeld mit Vorkommen von *Trifolium striatum*. Um Unterschleichach wertvolle Sand-

äcker mit *Arnoseris minima* und *Hypochoeris glabra*.

Lkr. Kitzingen (KT)

Für die Erhaltung der Sandrasen in Bayern von zentraler Bedeutung, jedoch nur winzige Restflächen außerhalb der Schutzgebiete. Die unter Flächenschutz stehenden Sande bei Astheim und Fahr sind die letzten Überreste für die ehemals am Untermain verbreiteten, konsolidierten Sandrasen mit Silberscharte. Bei Wiesentheid Kiefernwaldrest mit bayernweit größtem Einzelvorkommen von *Chimaphila umbellata*. Mehrfach konsolidierte Sandrasenreste mit *Androsace septentrionalis* bei Sommerach, Dettelbach, Großlangheim.

Lkr. Main-Spessart (MSP)

Wertvolle Sandrasenreste am Saupürzel bei Karlstadt, um Wertheim und nördlich Marktheidenfeld.

Lkr. Miltenberg (MIL)

Vorkommen auf Dünen und auf kiesigen Terrassensanden des Mains. Um Niedernberg und Großostheim sowie zwischen Erlenbach und Elsenfeld finden sich Abbaustellen mit Resten von Pionierfluren mit Silbergras, *Vulpia*-Beständen und Vorkommen von *Filago lutescens*, *Herniaria hirsuta*, *Orobancha arenaria* und *Helichrysum arenarium*, des weiteren Sandackerbrachen mit Vorkommen von *Mibora minima*. Bei Faulbach am Heckenkopf und Grohberg beweidete Sandgrasnelkenrasen mit *Orchis morio*.

Lkr. Würzburg (inkl. Stadtgebiet) (WÜ)

Kleine, aber wertvolle Reste von Sandvegetation, etwa Sandrest bei Erlach mit akut vom Erlöschen bedrohter Population von *Alyssum gmelinii*. In den Sandgruben zwischen Wipfeld und Obereisenheim lückiger, älterer Sandrasenrest mit kleinflächigem Vorkommen von *Trifolium striatum*.

Lkr. Schweinfurt incl. Stadtgebiet (SW)

Reste von Sandrasen in alter Abgrabungsstelle beim Riedholz, Reste von Sandwaldvorkommen. Wertvolle, teils ruderalisierte Halbschlufbrachen mit *Androsace septentrionalis* an Straßenrändern südlich Schweinfurt. In der Biotopkartierung Angaben von Sandgrasnelkenfluren für das MTB 6028 (Gerolzhofen).

Übrige Landkreise

In den übrigen Landkreisen des Regierungsbezirks, **Rhön-Grabfeld (NES)** und **Bad Kissingen (KG)**, sowie den Städten Schweinfurt und Würzburg sind keine Sandrasen nachgewiesen.

1.8.1.7 Schwaben

Die Sandrasen- und Sandflur-Vorkommen im Regierungsbezirk fallen vergleichsweise spärlich aus und sind auf Tertiärsande in dessen Nordhälfte beschränkt.

Lkr. Aichach-Friedberg (AIC)

Die Westausläufer der Dünensande um Schrobenshausen reichen bis in den Landkreis.

Lkr. Augsburg (A)

Vereinzelte, isolierte Vorkommen von sandbeeinflussten Magerrasen, etwa mit Sandglöckchen (*Jasione montana*), an sandigen Böschungen, Hohlwegen und um Sandgruben im westlichen und östlichen Hügelland. Als Besonderheit am Kutzenhäuser Bahneinschnitt Pioniererrasen mit Silbergras.

Lkr. Donau-Ries (DON)

Die Vorkommen von Sandrasen auf Alluvialsand im Ostries an der Wörnitz und Schwalb sind bis auf kleinflächige Reste an Hangkanten (Mittelmühle, Schwalbmühle) verschwunden. Sandwälder in Flechten-Ausbildung sind noch vorhanden.

Lkr. Günzburg (GZ)

Einzelne, kalkbeeinflusste Sandrasen (ohne Silbergras) werden im ABSP-Landkreisband aufgeführt.

Übrige Landkreise

In den übrigen Landkreisen des Regierungsbezirks, **Dillingen (DIL)**, **Lindau (LI)**, **Neu-Ulm (NU)**, **Oberallgäu (OA)**, **Ostallgäu (OAL)** und **Unterallgäu inkl. Memmingen (MN)** sind keine Sandrasen bekannt.

1.8.2 Regionale Differenzierung

Die bereits in Kap. 1.3.4.2 (S.24) beschriebenen Substratunterschiede der Sand-Standorte und regionspezifische Klimaverhältnisse bilden die Grundlage einer ausgeprägten Vielfalt der bayerischen Sandrasen, so daß mehrere Sandrasenbezirke klar voneinander abgegrenzt werden können. Die regionspezifischen Besonderheiten und Gefährdungen und die daraus resultierenden Erfordernisse sollen im folgenden kurz besprochen werden.

1.8.2.1 Sande am Unteren Main im Raum Alzenau/Kahl, Niedernberg und Wertheim

Im unteren Maingebiet sind die Sandrasen heute akut vom Aussterben bedroht. Die Sandrasen im Nordwesten Bayerns konzentrieren sich als kleine Restflächen auf teilweise kieshaltige Terrassensande entlang des Mains, auf Flugsanddecken von bis zwei Meter Mächtigkeit zwischen Miltenberg und Kahl sowie bei Wertheim, westlich von Aschaffenburg auch auf Binnendünen. Im Buntsandstein-Gebiet (Spessart) existieren darüber hinaus auch an den Hängen des Maintals sandige Hochterrassen und kalkarme Buntsandstein-Verwitterungsböden, auf denen sich Sandrasen-Vegetation einstellen kann (vgl. hierzu PHILIPPI 1984b: 575 ff.).

Schütter Pionierstadien und ältere Silbergrasfluren sind am Untermain zwischen Wertheim und Kahl auf Böschungen jüngerer Abbaufächen mit Flugsand wie bei Erlenbach, Niedernberg und Kahl sowie auf Reste an jüngeren Wegböschungen und Terrassenkanten beschränkt. Sie stehen auf kieshaltigen Halden in Konkurrenz zu THERO-AIRION-Fluren, werden auf den frischeren Abgrabungssohlen rasch von Wald-Reitgras verdrängt, an Straßenböschungen und Feldwegrainen setzen sich ruderales Grau-

kressen-, Nachtkerzen- und Stinkkraukenbestände durch. Die bis nach 1980 noch in Resten im Selzersbachgrund nachgewiesenen Halbschlußrasen mit Silberscharte sind nicht mehr vorhanden. Seit langem erloschen sind auch im Wertheimer Raum die früheren Vorkommen von *Jurinea cyanoides* und *Androsace septentrionalis* (vgl. VOLLMANN 1914).

Das vergleichsweise basenreiche Substrat der Niederterrassen läßt auf mageren jungen Sandackerbrachen bei Großheubach und Niedernberg das Gedeihen von *Mibora minima* und *Filago*-Arten zu. Im Bereich von Industriebrachen bei Stockstadt auf kieshaltigen Sanden finden sich mehrere pflegerrelevante Sukzessionsstadien verschiedenen Alters auf engem Raum.

Junge Ackerbrachen mit *Arnoseris minima* und *Galeopsis segetum* werden in den Folgejahren von Zwerg-Sauerampfer-dominierten Beständen verdrängt, diese von Rainfarn-Straußampferbeständen und Brombeerdickichten abgebaut. Gelegentliche Beweidung solcher Bestände hat bei nur einem, allerdings großflächigen Beispiel zur Ausbildung eines geschlossenen, artenarmen Rot- und Schafschwingelrasens mit *Aira caryophylla* und *Anthoxanthum puellii* als Lückenfüller geführt. Ältere, ca. 1985 flach abgeschobene Sandackerbrachen tragen bei geringer Trift-Beweidung artenreiche, lückige Übergänge zwischen THERO-AIRION-Beständen mit beiden *Vulpia*-Arten und Sandgrasnelkenrasen. Nahebei stehen gleich alt, aber unbeweidet auf annähernd um einen Meter abgeschobenen alten Ackerflächen stabile, recht lückige Silbergrasfluren mit großen Anteilen von *Koeleria macrantha*, *Aira caryophylla* und großen, vitalen *Helichrysum*-Polstern.

Großflächige alte, schafbeweidete Sandgrasnelkenfluren sind leicht verbracht erhalten am Grohberg und der Westflanke des Heckenkopfes bei Faulbach. Mit viel Thymian auf zahlreichen Ameisenhügeln, *Bromus erectus* und erheblichen Mengen *Orchis morio* sind diese Bestände denen am Obermain zwischen Bamberg und Lichtenfels nah verwandt. Ein als Streuobstfläche mit extensiver Rinderbeweidung genutzter Sandgrasnelkenrasen ist noch bei Kleinwallstadt vorhanden.

Literatur: ADE (1942), PHILIPPI (1984b), MEIEROTT & WIRTH (1982).

1.8.2.2 Sande am Mittleren Main mit Schwerpunkt bei Volkach-Kitzingen

Die Sandfluren des mittleren Maingebietes sind nah verwandt mit den Beständen am Untermain und zeichnen sich aus durch Feinkörnigkeit und Basenreichtum (verglichen etwa mit den Sanden des südlichen Rednitzbeckens). Die Flugsanddecken erstrecken sich mainbegleitend zwischen Kitzingen und Schweinfurt bis an den Steigerwaldrand. Weitere, inselartige Vorkommen liegen nahe Erlach bei Ochsenfurt und nordwestlich Würzburg nahe Karlstadt. In Verbindung mit dem niederschlagsarmen, sommerwarmen Klima des Gebietes ist - ähnlich wie am Untermain - ein Standortscharakter ent-

wickelt, der einige thermophile Steppenpflanzen gedeihen läßt, die den Sandrasen-Regionen Mittelfrankens, Niederbayerns und der Oberpfalz fehlen.

Hierzu gehören insbesondere *Jurinea cyanooides*, *Alyssum montanum* subsp. *gmelinii* und *Androsace septentrionalis*, allesamt nach der RL Bayern vom Aussterben bedrohte Arten (vgl. SCHÖNFELDER 1986). In jüngster Zeit ist außerdem in der alten Sandabgrabung bei Karlstadt (6024/2) *Silene conica* festgestellt worden (MEIEROTT 1986: 91), derzeit der einzige bekannte Fundort in Bayern.

Von den Sandrasen mit der gebietspezifischen, am Untermain erloschenen *Alyssum gmelinii*-*Jurinea cyanooides*-Gesellschaft mit *Androsace septentrionalis* ist als letzter Rest für Bayern nur noch der "Astheimer Dürringswasen" als 2,6 ha großes Naturschutzgebiet mit völlig unzureichenden Abpufferungen vor Störeinflüssen gut erhalten. Die Ackerbrachen am "Elgersheimer Hof" sind stark degradiert; die genannten Sandrasen sind dort nur noch in Fragmenten vorhanden. Eine weitere winzige Restfläche in Waldrandlage mit *Alyssum gmelinii*, aber ohne *Jurinea* und *Androsace*, ist noch bei Erlach nördlich Ochsenfurt erhalten (nach MEIEROTT 1989, mdl.).

Noch etwas reichlicher sind die Vorkommen der Silbergras-Halbschlußrasen mit Vorkommen von *Androsace septentrionalis* zwischen Schweinfurt und Kitzingen. Südlich Sennfeld, bei Sommerach und Kitzingen sind an Straßen- und Wegböschungen und auf Brachflächen mehrere Restflächen vorhanden. Die Stellen bei Albertshofen und Dettelbach konnten in jüngster Zeit nicht bestätigt werden.

Ein Sandrasen mit Vorkommen von Silbergras und Grasnelken-Schwingelrasen ist nach MEIEROTT (1986/1989 mdl./1982 mit WIRTH) bei Kitzingen noch in einer mehrere ha großen, hochwertigen Fläche mit Vorkommen von *Helichrysum arenarium* (vgl. Abb. 1/6, S. 31) erhalten, außerdem eine kalkreiche Sandfläche mit *Euphorbia seguierana* bei Sommerach. Wegen ihrer isolierten Lage und seltenen Arten ist die Sandflur am Saupürzel bei Karlstadt (MTB 6024/2) besonders zu beachten (*Androsace septentrionalis*, *Silene conica*, *Helichrysum arenarium*, *Aira caryophyllea*).

Eine lange für verschollen gehaltene (RL 0!) Art lückiger Sandrasenbestände ist der auch auf Keuperlehm-Anrissen vorkommende Gestreifte Klee, *Trifolium striatum*. Sein spärliches Restvorkommen im Sandabbaubereich bei Wipfeld auf lückigen, durch Fahrspuren gestörten Sandrasen mit Elementen der angrenzenden Salbei-Glatthafer-Wiese findet sein Pendant im großen Bestand auf dem NSG Großes Wöhrd bei Stettfeld/Lkr. Haßberge, wo auf Bestandslücken der mageren Grundwiese ohne Sandgrasnelken große Bestände vorhanden sind.

Kleinflächige Wintergrün-Kiefernwälder (PYROLOPINETUM) mit *Chimaphila umbellata* sind noch östlich von Volkach-Kitzingen und bei Wiesentheid an einigen Stellen vorhanden.

Literatur: MEIEROTT (1986), MEIEROTT & WIRTH (1982), HOHENESTER (1960), ZEIDLER & STRAUB (1967).

1.8.2.3 Sandrasen im Rednitz-Regnitzbecken und im Mainmündungsgebiet um Bamberg

Das ausgedehnteste, +/- zusammenhängende Terrassensand- und Flugsandgebiet Bayerns reicht von der Itzmündung in den Main südwärts bis in das südliche Mittelfränkische Becken um Roth und Hilpoltstein. Die Reste im Maintal bis Eltmann bzw. Lichtenfels lassen sich zwanglos anschließen. Die Hauptmasse der Flugsande ist östlich von Rednitz und Regnitz im Albvorland deponiert, aber auch westlich der Flußachse sind wichtige Vorkommen, etwa im Aischtal. Die Terrassensande begleiten die Rednitz-Regnitz auch im Westen und reichen oft ein Stück weit in die Seitentäler hinein.

Nur zu einem verschwindend geringen Prozentsatz sind auf diesen potentiellen Sandrasen-Standorten heute noch Sandrasen oder verwandte Vegetationstypen erhalten. Zum größten Teil sind diese Sandflächen heute aufgeforstet, werden als Äcker genutzt oder überbaut.

Insbesondere auf abgeschobenen Ackerbrachen oder gerodeten, abgeschobenen Sandwäldern stellen sich temporär oft hochwertige Pionierrasen ein. In beträchtlichem Umfang sind Binnendünen im Nürnberger Ballungsraum auch dem Abbau im Zuge von Sandgewinnungsmaßnahmen zum Opfer gefallen. Auf die beim Sandabbau entstandenen Sandgruben lastet ein starker Rekultivierungsdruck, sodaß bei der gegenwärtig noch üblichen Praxis von Verfüllung und Wiederaufforstung nahezu die gesamten Ausweich- und Ersatzlebensräume für Organismen der Sandstandorte verloren gehen.

Die Silbergrasfluren (CORYNEPHORETEN) weichen von den unterfränkischen Beständen in verschiedenen Punkten ab. Zum einen sind sie artenreicher, da die *Jurinea-Alyssum*-Gesellschaft aus klimatischen Gründen ausfällt. Zum anderen sind nur die Bestände der Flußauen ab Forchheim nordwärts und bei Haid in ihrem Basengehalt mit den unterfränkischen Verhältnissen vergleichbar.

Der vorherrschende Pionierrasentyp auf den Abbau- und Abschiebeflächen ist artenarm und beschränkt sich oft auf die Charakterarten. Ältere Silbergrasfluren mit *Helichrysum arenarium* sind bis auf Militärfelder und Schutzgebiete fast verschwunden. An der Regnitz und Pegnitz sind noch Reste triebbeweideter Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen vorhanden, daneben noch häufiger kleinste Restflächen auch abseits der Täler.

Auf den extrem reinen Flugsanddünen südlich und östlich Nürnbergs treten THERO-AIRION-Rasen stark zurück. Im Bereich der Flußtäler kommen an Wegrändern, im Kontakt zu nährstoffarmen Sandäckern und in Sandbrachen an mehreren Stellen die *Vulpia*-Gesellschaft, *Aira*- und *Filago*-Bestände, selten auch Lämmersalatfluren (*Arnoseris minima*-Ges.) vor.

Die klimatische Sonderstellung des Fränkischen Weihergebiets äußert sich in rezenten Lämmersalat-Äckern auch in freier Lage ohne Waldrandschutz und dem, seit napoleonischer Zeit offenbar einge-

bürgerten, therophytischen Ackergras *Anthoxanthum puelii* als floristische Besonderheit.

Die Kiefernwälder auf Dünen bieten ein vielfältiges Bild: während Bestände bei Haid, Tennenlohe und Bamberg als PYROLO-PINETEN mit *Chimaphila umbellata* einzustufen sind und mit den unterfränkischen Resten große Ähnlichkeit aufweisen, stellen sich die flechtenreichen Ausbildungen auf den Dünen bei Altdorf und Allersberg als Weißmoos-Kiefernwälder dar, denen die ganze Palette der typischen Wintergrün-Kiefernwald-Arten, Heidesegge, Berghaarstrang weitgehend fehlen. Als Besonderheit dürfen die historischen und aktuellen Vorkommen des Rautenfarns *Botrychium matricariifolium* gelten.

Bedeutendere Restbestände von Sandrasen und Sandwald im Regnitzbecken sind:

- Kiefernwälder auf flachen Dünenschleiern bei Sandhof nördlich Bamberg mit *Chimaphila umbellata*, *Pyrola minor*, *chlorantha* und *secunda*;
- Reste von Silbergrasfluren, Sandackerbrachen und Berghaarstrang-Säumen auf dem Böstig südlich Hallstadt und auf dem alten Flugplatz südöstlich davon;
- Das NSG auf der Regnitzterrasse bei Pettstadt (6131/4) mit den letzten Vorkommen der Sandstrohblume auf Sand östlich Astheim, artenreichen Sandgrasnelkenrasen in kalkreicher Karthäusernelken-Variante und halbruderalen Staudenfluren mit *Erysimum hieraciifolium* und *Orobanche arenaria*;
- Im Lkr. Forchheim weiter südlich existieren im Bereich von Gewerbegebieten, alten Sandentnahmen und Ackerbrachen weitgehend zugewachsene Sandrasen-Reste, etwa in der "Büg";
- Als für den Naturschutz besonders hochwertig müssen Sandrasen-Vorkommen im Nordosten des Fränkischen Weihergebietes bei Haid (MTB 6231/4) gelten, die sich über Rothensand bis Hirschaid ziehen: hier sind Sandrasen (v.a. Silbergrasfluren) und Lämmersalat-Sandäcker im unmittelbaren Kontakt mit Wintergrün-Kiefernwäldern (mit *Chimaphila umbellata*) wie auch mit sandigen Teichbodenfluren auf flachen Sandgrubensohlen (mit *Juncus capitatus*) zu beobachten. Die Sandgrubenböden werden zeitweise von hochanstehendem Grundwasser überstaut, so daß NANOCYPERION-Arten Lebensmöglichkeiten vorfinden. An den Grubenhängen herrschen Silbergrasfluren vor;
- Auf durchfeuchteten, extrem nährstoffarmen Sanden einer Sandgrube bei Röhrach (MTB 6331) gedeihen *Drosera rotundifolia* und *Lycopodiella inundata*;
- Reste der offenen Triften auf den Sandterrassenkanten sind die Sandrasen bei Erlangen-Möhrendorf am Wasserwerk mit *Veronica dillenii* und der im Regnitzgebiet extrem seltenen *Carex ericetorum*.
- Im Landkreis Erlangen-Höchstadt im Westteil des Sebalder Reichswalds auf dem Standortübungsplatz Tennenlohe große, durch Übungsbetrieb offengehaltene Offensande und Silbergras-Pionierrasen. An Wegrändern auch konso-

lierte Bestände mit Sand-Thymian etc., Vorkommen von Sand-Kiefernwäldern mit Restvorkommen von Winterlieb (*Chimaphila umbellata*). In verdichteten Offenbereichen wertvolle Verzahnungen mit Zwergbinsen-Gesellschaften, regelmäßiges Vorkommen des Zwerg-Leins (*Radiola linoides*). Hohe faunistische Bedeutung mit Vorkommen beider blauflügler Ödlandschrecken (*Oedipoda caerulescens*, *Sphingonotus caerulans*), bedeutende Vogel- (Wiedehopf, Ziegenmelker) und Amphibien-Vorkommen (Gelbbauchunke).

- Das letzte wirklich großflächige, zusammenhängende "alte" Sandrasen-Vorkommen im gesamten Regnitzbecken auf dem Standortübungsplatz Hainberg zwischen Nürnberg-Gebersdorf, Stein und Oberasbach (6531/4). Er wies früher das einzige bayerische Vorkommen von *Minuartia viscosa* auf (Beleg um 1900 im Herbar der NHG Nürnberg!), außerdem *Helichrysum arenarium* (Meierott um 1960!), *Hypochoeris glabra* und *Spergula pentandra* s. str. Heute enthält es neben mehr als zwanzig Hektar Silbergrasfluren mit schwingelreichen Altersstadien und Übergängen zu Sandgrasnelkenrasen auch THERO-ARIION-Bestände mit *Vulpia myuros*, *Vulpia bromoides* und *Aira caryophyllea*, artenreiche thermophile Staudenfluren und nicht zuletzt bemerkenswerte Vorkommen von Heuschrecken (z.B. Massenvorkommen von *Oedipoda caerulescens*), Wildbienen und Vögeln (Wiedehopf, Brachpieper).
- Die Sandrasenreste im unteren Pegnitztal (Lkr. Nürnberger Land und Stadtgebiet Nürnberg) sind an steilen, meist schütter bewaldeten oder mit Ginster bestandenen Sandterrassenkanten, flächigen Silbergrasfluren in Industriegebieten (Diehl) und als vereinzelte flußnahe Schafweiden mit Sandgrasnelkenrasen und inselförmigen Pionierrasen erhalten.
- Bei Schnaittach und Neunkirchen am Sand sind auf abbauwürdigen Flug- und Terrassensanden neben Sandrasenresten in den Abgrabungsstellen Sandkiefernwälder vom PINO-QUERCETUM-Typ mit *Melampyrum pratense* ssp. *concolor* ausgebildet.
- Bewaldete Sanddünen und artenärmere Silbergrasfluren finden sich im Lkr. Nürnberger Land und Roth, insbesondere zwischen Weißenbrunn und Röthenbach (6534/3) und bei Allersberg und Meckenlohe. Erstere Fläche beherbergt die vermutlich letzte große Population von *Sphingonotus caerulans* in Nordbayern.

Literatur: HOHENESTER (1960/1967a/1967b), BELL (1962), DIETZ (1962), ECKERLEIN (1962), GARTHE (1962), LANG (1962), GAUCKLER (1962), NEZADAL (1975), MERKEL (1980).

1.8.2.4 Sulztaler Sande südlich Neumarkt

Das Sulztal zeichnet sich vor allem im Süden von Neumarkt/Oberpfalz durch Flugsand-Gebiete aus. Ähnlich wie die Dünen des Reichswaldes im Süden und Südosten von Nürnberg können diese Flugsande als vergleichsweise basenarm gelten.

Sandrasen sind heute noch im Osten der Ortschaft Sollngriesbach (MTB 6834/2) erhalten. Zwischen Mühlhausen und Schlieferhalde auf Höhe der Kanalschleuse 29 befindet sich jenseits des Bahndammes der wohl wertvollste noch erhaltene Sandrasen des Sulztals. Er umfaßt einen heute noch mehrere 1.000 m² großen Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen mit Silbergrasflur-Einsprengseln.

Die Fläche des Naturschutzgebiets "Neumarkter Sanddünen" weist offene Sandfluren nur noch in winzigen Restflächen auf.

1.8.2.5 Abensberger Dünengebiet

Die bedeutendsten Sandrasen-Vegetationskomplexe Südbayerns befinden sich im Landkreis Kelheim in den mehrere 100 Hektar großen Dünengebieten um Abensberg, genauer zwischen Neustadt im Westen, Bacht im Osten, Sandharlanden im Norden und Elsendorf im Süden (SCHEUERER et al. 1991). Sie sind auf pleistozänen Flugsandablagerungen entwickelt. Die Sande sind relativ glimmerreich und feinkörnig; sie bilden unzählige Dünen, die meist nicht mehr als 3-4 Meter Höhe, ausnahmsweise bis 10 Meter Höhe erreichen (WEBER 1978: 289 f.). Gegenwärtig steht eine Fläche von 27 ha der Abensberger Dünen unter Naturschutz.

Vom Alpeninstitut wurde ein exemplarischer Pflege- und Entwicklungsplan mit Vegetationskarten, Wuchsortkarten zu seltenen Pflanzenarten, Karten zu den Waldstrukturtypen und ein Entwicklungskonzept zum NSG Offenstetter Dünen als Teil des Landschaftspflegekonzeptes Bayern, Testlandkreis Kelheim entworfen (vgl. Kap. 4.4.1). In diesem NSG existiert im Zentrum ein vollständiger Sandrasen-Lebensraumkomplex aus vegetationsarmen Sanden, Silbergrasflur-Initialen, flechtenreichen Abbaustadien der Silbergrasflur, Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen, Kopfgeißklee-Säumen und verschiedenen Sand-Kiefernwaldtypen (u.a. PYROLO-PINETUM). An Abbaustellen sind kleine Feuchflächen vorhanden. Als seltene und stark gefährdete Gefäßpflanzen des Gebietes seien hier *Chimaphila umbellata* und *Pulsatilla vernalis* hervorgehoben.

Zur zoologischen Bedeutung des Gebiets wird auf den ABSP-Landkreisband verwiesen. Hervorgehoben seien die bedeutenden Heuschrecken-Vorkommen (*Sphingonotus caeruleus* und *Oedipoda caeruleus*) und das Restvorkommen der Dünen-Ameisenjungfer (*Myrmeleon bore*).

Das Areal der Wintergrün-Kiefernwälder hat im Abensberger Dünengebiet sehr gelitten. Weißmoos-Kiefernwälder sind hier auf die magersten Dünenkämme beschränkt (SCHEUERER et al. 1991).

Literatur: HOHENESTER (1960/1967a), ZIELONKOWSKI (1973), SCHEUERER et al. (1991).

1.8.2.6 Dünenreste im Raum Schrobenu- sen - Sandizell - Gröbern - Hohenwart

Bei Schrobenuhausen im nordwestlichen Tertiärhügelland sind späteiszeitliche und früh-nacheiszeitliche, glimmerreiche Flugsande abgelagert, die im

"bergfrischen" Zustand kalkreich sind (vgl. RODI 1974:152). An Pflanzengemeinschaften der Sandrasen lassen sich dort Frühlingsspark-Silbergrasrasen, Heidenelkenrasen (mit *Helichrysum arenarium*), mit Kiefern durchsetzte Besenginster-Gebüsche und Haarstrang-Kiefernwälder beobachten (vgl. RODI 1974:153 f.). Bemerkenswert sind die engen räumlichen Kontakte und Übergangstypen zu Kalkmagerrasen-Gesellschaften, wie sie insbesondere am Windsberg östlich von Freinhausen (MTB 7334/4) zu beobachten sind.

Sandrasenvorkommen im Kontakt mit Berghaarstrang-Kiefernwäldern sind auf einer Düne im Nordwesten von Gröbern erhalten. Als floristische Besonderheit kommt dort nach RODI (1974:158) *Diphysium complanatum* vor. Leider wurden auf der Gröberner Düne Ende der sechziger Jahre Aufforstungen vorgenommen.

Als vegetationskundlich besonders wertvoll muß das Windsberg-Gebiet (heute NSG, etwa 5 ha groß) gelten, das sich als ein Vegetationskomplex aus Sandrasen, Sand-Kiefernwäldern, Kalkmagerrasen und kleinflächigen Kalk-Quellfluren ausweist. Bei sämtlichen Flächen handelt es sich um Schafweiden, die bereits zur Zeit der Beschreibung RODI's aufgegeben waren und teilweise aufgeforstet wurden. Zum NSG Windsberg existiert ein Pflegeplan (Büro Aßmann). Von unmittelbar angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen aus besteht gegenwärtig ein starker Eutrophierungsdruck auf das Naturschutzgebiet.

Weitere schützenswerte Tertiärhügelland-Sandrasen existieren nach LITTEL (1989, mdl.) in einer Sandgrube bei Puch/Pörnbach (mit *Corynephorus canescens*) und in der Bahnböschung bei Fahlenbach (*Helichrysum arenarium*, *Artemisia campestris*).

Literatur: RODI (1974/ 1975).

1.8.2.7 Weitere Gebiete mit Sandrasen-Relikten in Bayern

Neben den bereits beschriebenen Schwerpunkträumen existieren noch einige Landschaftsräume in Bayern, in denen Bestandsüberreste von Sandrasen gehäuft auftreten. Wegen der äußerst kritischen Lage sind gezielte Maßnahmen (einstweilige Sicherstellungen, Extensivierungen, Flächenstilllegungen usw.) notwendig, um ein endgültiges Verschwinden dieser letzten Reste zu verhindern (vgl. Landkreisebände zum ABSP).

1) Pleinfelder und Brombach-Sande (Lkr. Roth und Weißenburg-Gunzenhausen).

Im äußersten Süden des Mittelfränkischen Beckens sind auf Flugsanden bedeutsame großflächige Sandrasen des nährstoff- und basenarmen Regnitzbecken-Typs bei Pleinfeld und entlang des Brombachs vorhanden, die im Zuge des Baus der Brombachtal-Sperre verloren gehen. Über die Tierwelt der Brombacher Sande liegt eine Studie von PLACHTER (1985) vor, die auch auf die Vegetation dieses Gebietes eingeht. SCHUSTER und WALENTOWSKY erarbeiten im Auftrag des Talsperrenbauamts ein

Konzept zur Ersatzbiotopbeschaffung.

Nach Fertigstellung des Brombach-Speichers werden von den Brombach-Sanden nur noch winzige Reste übrig geblieben sein.

- 2) Die Sande der Wörnitz-Terrassen bei Wilburgstetten (Lkrs. Ansbach) sind gegenwärtig bis auf kleine Reste nördlich des Flusses (BEMMERLEIN 1992, mdl.) verschwunden. Die alten Abgrabungen südlich des Flusses mit ehemals wertvollen Komplexen aus trockenen und nassem Pionierfluren sind weitgehend verschwunden.
- 3) Die Nittenauer Sande im Regental (Lkrs. Schwandorf und Regensburg). Nur mehr kleine Silbergrasfluren an Wegen und Abgrabungsstellen im Bereich lichter Kiefernforste auf Sand (z.B. Hutberg).
- 4) Sandflurreste im Naabtal bei Kallmünz, Teublitz-Schwandorf und der Bodenwöhrer Senke.
- 5) Sandrasen in Abgrabungsbereichen um Weiden mit Silbergrasfluren in Kontakt mit frischeren Bereichen mit *Hieracium piloselloides*, *auricula*, *schultesii* und *caespitosum*, lokal Therophytenfluren mit *Veronica verna* und *praecox* und Reste von Sandackervegetation mit *Arnoseris minima*. Benachbart flechtenreiche Kiefernwälder mit *Genista pilosa* und *Diphysium*-Arten.
- 6) Sandrasenreste im Ortsbereich von Grafenwöhr/Oberpfalz mit *Armeria elongata*.
- 7) Die Sandrasen um Wemding im Ries scheinen nach FISCHER (1982) auf Sandgruben im Diluvium des Schwalbtals bei der Mathesmühle beschränkt zu sein. Die früher "in großer Menge" im Schwalbtal vorhandene *Helichrysum arenaarium* nennt RUTTMANN 1927 (zitiert in FISCHER) als im Schwalbtal ausgerottet.

1.9 Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege

(Bearbeitet von N. Meyer)

Das Kapitel "Naturhaushalt" (1.9.1) behandelt die Bedeutung der Sandrasen und Sandfluren für die Erhaltung von Arten und Lebensgemeinschaften sowie ihre landschaftsökologischen Funktionen. Das Kapitel "Landschaftsbild" (1.9.2) hat über Arten-, Biotop- und Ressourcenschutz hinausgehende Aspekte der Landschaftspflege zum Thema. Das Kapitel "Erd- und Heimatgeschichte" (1.9.3) wendet sich der Bedeutung der Sandrasen für die Erhaltung natur- und kulturhistorischer Dokumente zu.

1.9.1 Naturhaushalt

1.9.1.1 Arterhaltung

Die im Vergleich zu anderen terrestrischen Ökosystemen Mitteleuropas sehr eigentümlichen standörtlichen Verhältnisse (vgl. hierzu [Kap. 1.3](#), S.21) bilden die Grundlage für eine sehr eigenständige Tier- und Pflanzenwelt der Sandrasen und Sandfluren. Die Anzahl der Arten eines Sandrasen-Ökosystems sind - verglichen etwa mit manchen Kalkmagerra-

sen-Typen - nicht besonders hoch. Der Prozentsatz der in Sandrasen vorkommenden Arten jedoch, die zumindest in Mitteleuropa auf diese Lebensgemeinschaft beschränkt sind, ist sehr groß. In den Sandrasen-Lebensräumen finden sich Angehörige des subatlantischen, pannonisch-pontischen und submediterranen Geoelements in Lebensgemeinschaften zusammen.

Die stenöke Bindung der Mehrzahl der Sandrasen-Bewohner an Sandrasen-Ökosysteme schlägt sich in beklemmender Weise in ihrer Repräsentanz in den Roten Listen nieder: Der Niedergang der Sandrasen hat eine hochspezifische Tier- und Pflanzenwelt in unseren Breiten an den Rand des Aussterbens gebracht.

1.9.1.1.1 Pflanzenwelt

A) Flora

Die Sandrasen sind in Bayern für eine ganze Anzahl von Arten mit spezifischen Ansprüchen der einzige Lebensraum. Analysiert man die Rote Liste-Arten auf ihre spezifischen Ansprüche, so läßt sich eine Reihe von heute hoch gefährdeten Arten verschiedenen Sandbiotopen zuordnen:

- Pionierarten der basenreichen und armen Offenlande, die zunehmende Aufinselung ihrer Habitate und erheblichen Flächenrückgang zu verzeichnen haben;
- Arten der konsolidierten Halbschlußrasen, die durch den bereits erfolgten Zusammenbruch der traditionellen Nutzung den am stärksten gefährdeten Sandrasentyp darstellen;
- Sandacker-Arten, die durch Herbizide und Aufdüngung, noch mehr jedoch durch Umwidmung der Flächen im Rückgang der vorherigen Kategorie nahekommen;
- Arten der wärmeliebenden Ruderalfluren, deren alter Lebensraum in den Siedlungsbereichen fast verschwunden ist und die auf den ruderalisierten Sandrasenrändern einen (letzten) Ersatzlebensraum besitzen;
- Arten der lichten Kiefernwälder und -forste, die mit den alten Waldwirtschaftsformen besser zu rechkamen als mit den neuen.

B) Moose und Flechten

Angewiesen auf Sandstandorte sind unter den Moosen und Flechten vor allem die Arten saurer Kiefernwälder und -forste, die auf rohhumusreiche oder humusarme Substrate spezialisiert sind. Ihre Lebensräume sind zweifellos in der Vergangenheit durch die ehemalige Waldbewirtschaftung ausgeweitet worden.

Eine neuere Übersicht zur Kryptogamenflora Bayerns sowie Rote Listen zu den Moosen und Flechten liegen für Bayern nicht vor.

C) Gefährdete Farn- und Blütenpflanzenarten der Sandrasen-Ökosysteme nach der Roten Liste Bayern

Ein sehr hoher Prozentsatz der Arten hat in die RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) Eingang gefunden, die in Sandrasen und Sandfluren ihren Schwer-

Tabelle 1/4

Nach der Roten Liste Bayern (SCHÖNFELDER 1986) gefährdete bzw. ausgestorbene Farn- und Blütenpflanzen der Sandrasen und Sandfluren

| | |
|---|--|
| Ausgestorben oder verschollen / Gef.-Grad 0 | |
| <i>Dracocephalum ruyschiana</i> | Drachenkopf |
| <i>Spergula pentandra</i> | Fünfmänniger Spark* |
| <i>Minuartia viscosa</i> | Klebrige Miere |
| Vom Aussterben bedroht / Gef.-Grad 1; Wiederfunde von verschollenen Sippen | |
| <i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>gmelinii</i> | Gmelins Steinkraut |
| <i>Androsace elongata</i> | Langstieliger Mannsschild** |
| <i>Androsace septentrionalis</i> | Nordischer Mannsschild |
| <i>Aphanes inexpectata</i> | Acker-Frauenmantel |
| <i>Botrychium matricariifolium</i> | Ästige Mondraute |
| <i>Filago vulgaris</i> | Gewöhnliches Filzkraut |
| <i>Jurinea cyanoides</i> | Silberscharte |
| <i>Mibora minima</i> | Zwerggras |
| <i>Pulsatilla patens</i> | Finger-Küchenschelle*** |
| <i>Trifolium striatum</i> | Gestreifter Klee |
| Stark gefährdet / Gef.-Grad 2 | |
| <i>Aira caryophylla</i> | Gemeiner Nelkenhafer |
| <i>Aira praecox</i> | Früher Schmielenhafer |
| <i>Anthoxanthum puelli</i> | Grannen-Ruchgras |
| <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | Immergrüne Bärentraube ⁺ |
| <i>Arnoseris minima</i> | Lämmersalat ⁺⁺ |
| <i>Chimaphila umbellata</i> | Doldiges Winterlieb |
| <i>Chondrilla juncea</i> | Binsen-Knorpelsalat |
| <i>Diphasium complanatum</i> s. str. | Flachgedrückter Bärlapp |
| <i>Diphasium issleri</i> | Isslers Bärlapp |
| <i>Diphasium tristachyum</i> | Zypressen-Bärlapp |
| <i>Diphasium zeilleri</i> | Zeillers Bärlapp |
| <i>Festuca duvalii</i> | Rauhblatt-Schwingel |
| <i>Filago lutescens</i> | Graugelbes Filzkraut |
| <i>Helichrysum arenarium</i> | Sandstrohlume |
| <i>Hypochoeris glabra</i> | Kahles Ferkelkraut ⁺⁺ |
| <i>Orobanche arenaria</i> | Sand-Sommerwurz |
| <i>Pulsatilla vernalis</i> | Frühlings-Küchenschelle ⁺⁺⁺ |
| Gefährdet / Gef.-Grad 3 | |
| <i>Anchusa officinalis</i> | Gewöhnliche Ochsenzunge |
| <i>Armeria maritima</i> subsp. <i>elongata</i> | Sandgrasnelke |
| <i>Crepis tectorum</i> | Mauer-Pippau |
| <i>Corispermum leptopterum</i> | Schmalflügeliger Wanzensame |
| <i>Corynephorus canescens</i> | Silbergras |
| <i>Erysimum hieraciifolium</i> | Steifer Schöterich |
| <i>Eryngium campestre</i> | Feld-Mannstreu |
| <i>Filago minima</i> | Kleines Filzkraut |
| <i>Goodyera repens</i> | Kriechstendel |
| <i>Ornithopus perpusillus</i> | Vogelfuß, Mäusewicke |
| <i>Pyrola chlorantha</i> | Grünliches Wintergrün |
| <i>Silene otites</i> | Ohrlöffel-Leimkraut |
| <i>Poa bulbosa</i> | Zwiebel-Rispengras |
| <i>Spergula morisonii</i> | Frühlings-Spark |
| <i>Teesdalia nudicaulis</i> | Bauernsenf |

Fortsetzung Tabelle 1/4

| | |
|---|------------------------|
| <i>Thymus serpyllum</i> | Sand-Thymian |
| <i>Verbascum phlomoides</i> | Windblumen-Königskerze |
| <i>Veronica dillenii</i> | Dillenius Ehrenpreis |
| <i>Veronica praecox</i> | Früher Ehrenpreis |
| <i>Veronica verna</i> | Frühlings-Ehrenpreis |
| <i>Vicia lathyroides</i> | Platterbsen-Wicke |
| * In Sandrasen bei Spalt und Haid wiedergefunden, zwischenzeitlich wieder erloschen | |
| ** Auf einer Sandackerbrache bei Irmelshausen /Grabfeld. | |
| *** Auf Sandböden in Bayern bereits ausgestorben, jetzt nur noch auf der Garchinger Heide (Kalkmagerrasen). | |
| + Auf Tertiärsanden der Oberpfalz, im PYROLO-PINETUM. | |
| ++ Sandackerbrachen | |
| +++ In Wintergrün- Kiefernwäldern im Raum Kelheim- Regensburg. | |

punkt haben. Selbst Arten der "Sandrasen-Grundgarnitur" wie *Corynephorus canescens*, *Spergula morisonii* oder *Teesdalia nudicaulis* stehen heute auf der Roten Liste.

Von den knapp 2.500 nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990) nachgewiesenen Sippen (einschl. Klein- und Unterarten) haben oder hatten etwa 54 den Schwerpunkt ihrer Vorkommen in Bayern in den Sandrasen. Der extreme Rückgang der Sand-Ökosysteme spiegelt sich jedoch wegen der relativen Artenarmut der Sandrasen und Sandfluren (etwa verglichen mit den Kalkmagerrasen) nicht auffällig in einer hohen Repräsentanz der Sand-Arten in den einzelnen Gefährdungskategorien wider. Angesichts der geringen Gesamtartenzahl der Sandrasen sind die daher nur scheinbar niedrigen Prozentanteile der Sandrasen-Arten in der Roten Liste bei den höheren Gefährdungskategorien jedoch als Alarmsignal zu verstehen.

Die Arten der Silbergras-Fluren, Nelkenhafer-Bestände, Sandgrasnelkenrasen, sandigen Heiden und Waldränder sowie Trockenwälder auf sandigem Substrat stellen:

- 2 der 62 (bereinigt um Wiederfunde nach 1986, dem Erscheinungsjahr der RL Bayern) "ausgestorbenen oder verschollenen Arten" (= 3,2 %);
- 11 der 131 in Bayern "Vom Aussterben bedrohten Arten" (= 8,3 %);
- 17 der 184 "stark gefährdeten Arten" (= 9,2 %);
- 20 der 327 "gefährdeten Arten" (= 6,1 %);
- **keine** der 90 geschützten, jedoch nicht gefährdeten Arten (0 %).

In Tab. 1/4, S. 86, sind die Farn- und Blütenpflanzen der Sandrasen und Sandfluren zusammengestellt, die nach der Roten Liste Bayern als gefährdet bzw. ausgestorben gelten.

1.9.1.1.2 Tierwelt

Bereits in Kapitel 1.5 (S.44) wurde deutlich, daß insbesondere offene, unbewaldete Sandstandorte trotz ihres nur geringen Anteils an der Gesamtfläche Bayerns von überragender Bedeutung für die Erhal-

tung der Tierwelt Bayerns sind. Dies soll hier beispielhaft für ausgewählte Tiergruppen belegt werden.

Vögel

Regional kommt als Dauerlebensraum den Dünen- und Flugsandgebieten zumindest für den Brachpieper und den Ziegenmelker eine zentrale Bedeutung zu. Bei Brutplätzen außerhalb dieser Sandgebiete scheint es sich dort lediglich um Ausweichhabitate mit temporärem Charakter zu handeln (vgl. hierzu auch HÖLZINGER 1987). **Zumindest regional entscheidet sich also in den Sand-Ökosystemen der Fortbestand des Brachpiepers und des Ziegenmelkers, nicht selten auch der der Heidelerche. Im Rednitz-Regnitz-Becken kommen diese drei Vogelarten ausschließlich in Sandgebieten vor.**

Betrachtet man die Verbreitung dieser drei Vogelarten in Bayern, so zeigt sich, daß die Bindung an Sand-Ökosysteme in der Reihenfolge Heidelerche, Ziegenmelker, Brachpieper zunimmt. Die Heidelerche etwa kommt weit entfernt von den bayerischen Sandgebieten in Kiesgruben der Münchner Ebene und in Schneeheide-Kiefernwäldern an der Isar bei Wolftratshausen vor. Der Ziegenmelker brütet auch in lockeren Kiefernwäldern unterfränkischer Muschelkalkgebiete (NITSCHKE & PLACHTER 1987: 131) sowie in Mittelwäldern des Steigerwalds.

Reptilien und Amphibien

Unter den Reptilienarten Mitteleuropas kann keine Art als ausgesprochener Sandspezialist gelten. Einige Arten finden jedoch in Sand-Ökosystemen ideale Lebensbedingungen vor, unter anderem wegen der günstigen kleinklimatischen Verhältnisse. Als häufigste Reptilienart der Sand-Ökosysteme muß zweifellos die Zauneidechse gelten, örtlich ist die in Trockenbiotopen sehr selten gewordene Kreuzotter (RL Bayern 2) ein typischer Bewohner.

Die Amphibienfauna der Sand-Ökosysteme ist ebenfalls artenarm, zeichnet sich jedoch durch (sehr) selten gewordene Spezialisten aus. Eine ausgesprochene Präferenz für Sandböden zeigt die stark

Tabelle 1/5

Auswahl der Laufkäfer-Arten von Sandlebensräumen mit xerophiler oder thermophiler Tendenz aus der Roten Liste Bayern (LORENZ 1992)

| Kategorie 1: Vom Aussterben bedroht | | |
|--|-----------------------------------|----|
| Deutscher Sandlaufkäfer | <i>(Cicindela germanica)</i> | |
| Kategorie 2: Stark gefährdet | | |
| Gelbhorn-Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus flavicornis)</i> | th |
| Dunkler Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus melancholicus)</i> | th |
| Dünenlaufkäfer | <i>(Masoreus wetterhallii)</i> | - |
| Kategorie 3: Gefährdet | | |
| Brauner Sand-Kamellaufkäfer | <i>(Amara fusca)</i> | - |
| Kopf-Laufkäfer | <i>(Broscus cephalotes)</i> | A |
| Makel-Nachtlaufkäfer | <i>(Cymindis macularis)</i> | xe |
| Rostgelber Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus flavescens)</i> | xe |
| Frölichs Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus froelichii)</i> | xe |
| Großer Schwarzer Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus hirtipes)</i> | xe |
| Zwerg-Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus pumilus)</i> | th |
| Blauer Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus sabulicola)</i> | th |
| Ovaler Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus servus)</i> | th |
| Kategorie 4R: Potentiell gefährdet durch Rückgang | | |
| Wald-Sandlaufkäfer | <i>(Cicindela sylvatica)</i> | - |
| Unscheinbarer Feldlaufkäfer | <i>(Harpalus modestus)</i> | th |
| A: | auch in Abbaugebieten anzutreffen | |
| xe: | xerophil | |
| th: | thermophil | |

gefährdete **Knoblauchkröte**. Typisch für Sandflur-Gebiete ist zudem die gefährdete **Kreuzkröte**.

Tagfalter

Zwar sind Sandrasen-Ökosysteme nur für eine kleine Zahl von Tagfaltern als Larvallebensraum geeignet (als Nahrungshabitat werden sie von zahlreichen weiteren Arten mit Entwicklung in angrenzenden Lebensräumen genutzt), doch befinden sich hochgradig bedrohte Arten darunter, wie der **Kleine Waldportier** und die **Rostbinde**. Auch für den **Idas-** und den **Sonnenröschen-Bläuling** stellen Sandrasen ein zweites, unverzichtbares "Standbein" dar.

Heuschrecken

Für vier Heuschrecken-Arten stellen Sand-Ökosysteme in Bayern zumindest regional einen Schwerpunkt-lebensraum dar. Hierzu gehört, als wohl anspruchsvollster Spezialist, die bereits mehrfach erwähnte **Blauflügelige Sandschrecke** (*Sphingonotus caeruleans*). Der **Steppen-Grashüpfer** (*Chorthippus vagans*) hat daneben auch kleine Vorkommen auf isolierten, kleinflächigen Jura-Felstürmen. Die **Gefleckte Keulenschrecke** (*Myrmeleotettix*

maculatus) und die **Blauflügelige Ödlandschrecke** (*Oedipoda caerulescens*) sind in ähnlicher Weise auf anderen Substraten an Stellen mit offen-lückigen Strukturen und trocken-warmem Bestandsklima vertreten.

In Abhängigkeit von den Kontaktlebensräumen kommen in Sand-Ökosystemen weitere Heuschrecken-Arten in großer Dichte vor, die jedoch weitere oder andere Schwerpunktlebensräume besitzen und somit nicht als Charakterarten der Sand-Ökosysteme gelten können. Hierunter fallen zum Beispiel der Braune Grashüpfer (*Chorthippus brunneus*) als pionierfreundige Art trockener Standorte und die Langfühler-Dornschrecke (*Tetrix tenuicornis*), die auch vegetationsarme Standorte auf Kalk besiedelt. Regelmäßig vertreten sind auch der noch recht verbreitete und sogar in Wirtschaftswiesen eindringende (BELLMANN 1985: 190) Nachtigall-Grashüpfer (*Chorthippus biguttulus*), die Feld-Grille (*Gryllus campestris*), gelegentlich auch der Verkannte Grashüpfer (*Chorthippus mollis*) oder die Westliche Beißschrecke (*Platycleis albopunctata*), als deren Schwerpunkt-Lebensräume ganz allgemein trockene und warme Lebensräume gelten (u.a. Kalk-trockenrasen).

Tabelle 1/6

Gefährdung der Pflanzengemeinschaften auf Sand nach der Vorläufigen Roten Liste von Bayern (WALEN-TOWSKY et al. 1990/1991)

Vom Aussterben bedrohte Pflanzengemeinschaften

- Bergsteinkraut-Filzscharten-Gesellschaft (ALYSSUM GMELINII-JURINEA CYANOIDES-Gesellschaft)
- Kegelleimkraut-Sandhornkraut-Gesellschaft (SILENO CONICAE-CERASTIETUM SEMIDECANDRI)
- Grasnelken-Rauhswingel-Rasen mit Kalkmagerrasen-Tendenz (ARMERIO ELONGATAE-FESTUCETUM TRACHYPHYLLAE, Subsoz. mit *Dianthus carthusianorum*)
- Gesellschaft des Schmalflügeligen Wanzensamens (BROMO-CORISPERMETUM LEPTOPTERI)
- Lämmersalat-Gesellschaft (SCLERANTHO-ARNOSERIDETUM MINIMAE)
- Wintergrün-Steppen-Kiefernwald (PYROLO-PINETUM)

Stark gefährdete Pflanzengemeinschaften

- Frühlingsspark-Silbergrasrasen (SPERGULO MORISONII-CORYNEPHORETUM CANESCENTIS)
- Nelkenhafer-Pionierrasen (AIRO CARYOPHYLLEAE-FESTUCETUM OVINAE)
- Federschwengel-Rasen (FILAGINI-VULPIETUM)
- Grasnelken-Rauhswingel-Rasen mit Silikatmagerrasen-Tendenz (ARMERIO ELONGATAE-FESTUCETUM TRACHYPHYLLAE, Subsoz. mit *Dianthus deltoides*)
- Stinkrauken-Kriechquecken-Rasen (DILOTAXI TENUIFOLIAE-AGROPYRETUM REPENTIS)
- Binsen-Knorpelsalat-Gesellschaft (*Chondrilla juncea* - Gesellschaft)
- Geißklee-Heidekraut-Gestrüpp (CYTISO SUPINI-CALLUNETUM)
- Heideginster-Heidekraut-Gesellschaft (GENISTO PILOSAE-CALLUNETUM)
- Föhren-Eichenwald (VACCINIO VITIS-IDEAE-QUERCETUM)
- Weißmoos-Flechten-Föhrenwald (LEUCOBRYO-PINETUM TYPICUM UND CLADONIETOSUM)

Gefährdete Pflanzengemeinschaften

- Lattich-Riesenrauken-Gesellschaft (LACTUCO-SISYMBRIETUM ALTISSIMI)
- Graukressen-Gesellschaft (BERTEROETUM INCANAE)

Potentiell gefährdete Pflanzengemeinschaften

- Ginster-Steppen-Kiefernwald (CYTISO NIGRICANTIS-PINETUM)
- Schneeheide-Weißmoos-Föhrenwald (LEUCOBRYO-PINETUM ERICETOSUM HERBACEAE)

Sandrasen sind somit Schwerpunktlebensraum einer (nach dem Rote Liste Neuentwurf) in Bayern vom Aussterben bedrohten Art (**Blaufügelige Sand-schrecke**), zumindest regional auch der stark gefährdeten Arten **Blaufügelige Ödlandschrecke** und **Steppengrashüpfer**.

Wildbienen

Aus Tabelle 1/2, S. 61 (Kap. 1.5.2.3.3) wird bereits die hohe Bedeutung der Sandrasen-Ökosysteme für Wildbienen deutlich. Insbesondere Partien mit offenen Sandflächen und kleine Steilabbrüche sind Schlüsselstrukturen, die hochgradig gefährdeten Spezialisten Nistgelegenheiten bieten. Auf die nochmalige Aufzählung der Arten kann hier verzichtet werden. Festzuhalten ist, daß Sandrasenökosysteme allein 20 nach der Roten Liste Bayern vom Aussterben bedrohten, 9 stark gefährdeten, 10 gefährdeten und 5 potentiell gefährdeten Wildbienenarten mit stärkerer Sandbindung Lebensraum bieten, hinzu kommen fallweise zahlreiche weitere (in die Tabelle nicht mit aufgenommene), z.T. ebenfalls gefährdete Arten mit Hauptvorkommen in anderen Lebensraumtypen.

Wanzen

Neben Kalkmagerrasen stellen Sandrasen-Ökosysteme die für die Erhaltung der bayerischen Wanzenfauna wichtigsten Lebensräume dar. Nach DRANGMEISTER (1982:84) kommen 172 Arten der BRD (ohne Berücksichtigung der Familie der Weichwanzen) an trocken-sandigen Standorten vor. Einige davon fehlen allerdings in Bayern aus biogeographischen Gründen. Allein auf den sehr kleinen Sandrasenflächen "Pferdstrieddüne" und "Pfluge Schönau" konnten von BURGHARDT & RIEGER (1978) 112 Wanzenarten und damit etwa 15% der Baden-Württemberger Wanzenfauna nachgewiesen werden. Die Auswertung der aus bayerischen Sandrasen-Ökosystemen bislang gemeldeten Arten weist auf eine ähnliche Größenordnung hin.

Noch klarer tritt die Bedeutung der Sandrasen für Wanzen hervor, wenn man die Arten mit engerer Bindung bilanziert: **mindestens 33 Wanzenarten treten in Bayern weit überwiegend in Sandrasen auf**, davon wurden in die Rote Liste aufgenommen: 5 vom Aussterben bedrohte, 6 stark gefährdete und 8 gefährdete Arten, sowie 7 "von Natur aus seltene Arten", die aufgrund ihrer Lebensraumansprüche jedoch unbedingt in höheren Gefährdungskatego-

rien geführt werden sollten. **Für mindestens 20 weitere Arten sind Sandrasen unverzichtbarer Teil des besiedelten Biotopspektrums** (1 vom Aussterben bedrohte und 3 stark gefährdete Arten, 4 gefährdete und 2 "von Natur aus seltene Arten").

Laufkäfer

Der publizierte Kenntnisstand über die Verbreitung der Laufkäfer (CARABIDAE) ist in Bayern derzeit noch vergleichsweise gering. An dieser Stelle soll deshalb zur Illustration der Bedeutung der Sandrasen für die Erhaltung der bayerischen Laufkäfer lediglich eine Zusammenstellung der in der Roten Liste Bayern (LORENZ et al. 1992) als Arten mit Vorkommen in xero- oder thermophilen Sand-Ökosystemen gegeben werden (Tab. 1/5, S. 88).

Spinnen

Auch hier kann auf eine nochmalige Auflistung sandgebundener Spinnenarten verzichtet und auf Kap. 1.5.2.3.5 (S.64) verwiesen werden. Nur eine relativ geringe Zahl der insgesamt ca. 850 heimischen Spinnen bewohnt ausschließlich Sandrasen. Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß das Überleben eben dieser Fraktion der bayerischen Spinnenfauna allein vom Schutz und v.a. von der sachgemäßen Pflege der Sandrasen abhängt! **Ihren Schwerpunkt in Sandrasen-Ökosystemen haben mindestens 21 Arten**, davon sind nach der Roten Liste 3 Arten vom Aussterben bedroht, 3 Arten stark gefährdet und 12 Arten gefährdet, sowie 1 weitere rückläufig. Hinzu kommt auch bei dieser Tiergruppe eine große Zahl von Arten, die nur in wenigen anderen Lebensraumtypen ähnlich gute Lebensmöglichkeiten finden.

1.9.1.2 Lebensgemeinschaften

Es versteht sich von selbst, daß die Fortexistenz der sandspezifischen Lebensgemeinschaften in der Zukunft mit dem Erhalt der vollständigen Standortpalette auf Sand insgesamt untrennbar verknüpft ist. Erhebliche Bedeutung haben die Sandstandorte als:

- angestammtes Habitat heimischer Pionier-Lebensgemeinschaften, die zum Teil auch auf andere Substrate übergreifen;
- offene, temporär besiedelbare Refugialräume für konkurrenzschwache "Kulturflüchtlinge";
- Reliktflächen verschwindender oder bereits verschwundener Nutzungsformen oder Nutzungskombinationen, die in ihrer Zusammensetzung durch diese bedingt sind.

1.9.1.2.1 Pflanzengemeinschaften

Die Pflanzengesellschaften der Sandrasen und Sandfluren stehen heute ausnahmslos auf der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Pflanzengesellschaften (WALENTOWSKI et al. 1990/1991). Die Sandrasen-Gesellschaften i.e.S. sind allesamt "Vom Aussterben bedroht" (Gef. Grad 1) oder "Stark gefährdet" (Gef. Grad 2), wie Tab. 1/6, S. 89, verdeutlicht.

1.9.1.2.2 Tiergemeinschaften/Gilden

Die Abgrenzung von Tiergesellschaften gestaltet sich äußerst schwierig und wäre auch von geringem praktischen Wert, da solche im Gelände nicht unmittelbar anzusprechen wären. Eine Zuordnung von Tieren zu niedrigen pflanzensoziologischen Einheiten scheidet i.d.R. am Fehlen zwingender, ökologisch begründbarer Korrelationen. Es lassen sich jedoch einige besonders gefährdete **"ökologische Gilden"** (ökologische Gilde = Gruppe von Arten mit hinsichtlich eines prägenden Umweltfaktors ähnlichen Ansprüchen) benennen, die durch Leitarten (charakteristische, gut nachweisbare Vertreter der Gruppe) gekennzeichnet werden können (vgl. auch PLACHTER 1985) und **für die Sandrasen existentielle Bedeutung besitzen:**

Sandrasen-Lebensraumkomplexbewohner

Hierunter fallen Arten, die sich nicht einem Strukturtyp der Sandrasen-Ökosysteme zuordnen lassen, sondern mehrere Komponenten benötigen und daher bestimmte Anforderungen an die innere Strukturierung stellen.

Leitarten: Brachpieper (*Anthus campestris*), Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), Heidelerche (*Lullula arborea*) und die Steppenbienenart *Nomioides minutissimus*. Begleitarten sind z.B. weitere Ganssiedler unter den Wildbienen, die sowohl Offensandflächen (Nestanlage) als auch Halbschlußrasen (Pollenquellen) benötigen.

Gefährdung/Bedeutung: Besonders hochgradig gefährdete Gilde, da für das Vorkommen der Arten das Vorhandensein einer bestimmten Kombination von Teillebensräumen Bedingung ist und die Existenzvoraussetzungen darüberhinaus oft nur in Sandrasen-Lebensraumkomplexen ausreichender Größe erfüllt sind!

Offensandbewohner

Artengruppe offener, weitgehend vegetationsfreier, sehr trockener Sandflächen mit Deckungsgraden der Vegetation unter 10%.

Leitart: Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*). Weitere Gildenmitglieder sind z.B. Sandlaufkäfer-Arten oder die Wanze *Geocoris ater*.

Gefährdung/Bedeutung: Eher artenarme, aber hochspezialisierte und besonders gefährdete Gilde! Insbesondere die Fraktion mit zugleich hohem Arealanspruch (*Sphingonotus caeruleus*, die Wolfsspinne *Alopecosa cursor* etc.) steht in Bayern vor dem Aussterben.

Halbschluß-Sandrasenbewohner

Artengruppe typischer Sandmagerrasen (Silbergras- und Kleinschmielenrasen) mit 10-50% Deckungsgrad der Vegetation.

Leitart: Blauflügelige Ödlandschrecke. Weitere Gildenmitglieder sind z.B. die Wildbiene *Anthophora bimaculata*, oder die Wanzen *Chorosoma schillingi*, *Aethus flavicornis*, *Aethus nigritus*, *Spathocera dalmani*, *Aelia rostrata* etc.; Grenze zur Gilde der Offensandbewohner fließend.

Gefährdung/Bedeutung: Durch das verstärkte Vorkommen von auf typischen Sandrasen-Pflanzen spezialisierten phytophagen Kleintieren im Vergleich zur Gilde der Offensandbewohner artenreichere und gleichfalls hochgradig bedrohte Gilde.

Gehölzsukzessions-Initialstadien-Bewohner

Artengruppe aus a, Tieren mit nahrungsökologischer Bindung an Sukzessionsgehölze - insbesondere an Kiefern und Besenginster - oft bei gleichzeitiger Bindung an trockenwarmes Kleinklima und b, Arten, die junge Gehölzsukzessionsflächen aufgrund ihrer Raumstruktur präferieren.

Leitarten: Idas-Bläuling (*Lycaeides idas*, a), Heidelerche (*Lullula arborea*, b). Begleitarten der Gruppe a) sind z.B. zahlreiche Wanzenarten, an *Sarothamnus* etwa *Heterocordylus genistae*, *Heterocordylus tibialis* oder *Ortotylus virescens*, an *Pinus* etwa *Phoenicocoris modestus*, Begleitarten der Gruppe b) Baumpieper (*Anthus trivialis*) und Klappergrasmücke (*Sylvia curruca*).

Gefährdung/Bedeutung: Artenreiche Gruppe, die allerdings neben hochgradig gefährdeten (z.B. der Heidelerche mit zugleich hohem Arealanspruch) auch weiter verbreitete Arten beinhaltet.

Besenheide-Bewohner

Artengruppe mit Bindung an weitgehend unbeschattete, nicht oder kaum gehölzüberschirmte, z.T. lückige *Calluna*-Flächen. Bindung nahrungsökologisch oder strukturbedingt.

Leitart: Heide-Grünwidderchen (*Rhagades pruni*). Begleitarten sind z.B. die Kräuselradspinne *Uloborus walckenaerius* und die Wanzen *Camptotelus costalis*, *Pterotmetus staphyliniformis* und *Macrodema micropterum*.

Gefährdung/Bedeutung: Auch zu dieser ökologischen Gilde zählen einige hochgradig bedrohte Arten, insbesondere solche die an völlig offene, trockenwarme Heidestandorte gebunden sind, wie *Uloborus walckenaerius*. Daneben umfaßt sie etliche Arten, wie etwa den Heideblattkäfer *Lochmaea suturalis*, die auch in Hochmoor-Heideflächen regelmäßig auftreten und daher vielfach weniger akut bedroht sind.

1.9.1.3 Landschaftsökologische Funktionen

Für die Auffüllung der Grundwasserspeicher und für die Erhaltung ihrer Qualität kommt den Sanddecken, Sandlinsen usw. infolge ihrer geringen Wasserhaltekapazität und ihrer großen Porenoberfläche eine hohe Bedeutung zu:

- Niederschläge füllen direkt und ohne längere Passagedauer im Boden die Grundwasservorräte auf;
- die Reinigungskraft dicker Sandpakete auf passierendes Wasser ist enorm. Dies hat erhebliche Bedeutung für die Gewinnung von Trinkwasser. Beispielsweise werden südlich von Fürth erhebliche Mengen flußbürtiges Trinkwasser aus Brunnen im sandigen Talsediment gewonnen. Östlich von Nürnberg wird Wasser in Teichen mit Sandbo-

den zum Versickern gebracht und weist nach erneuter Gewinnung nach einer gewissen Sickerstrecke Trinkwasserqualität auf. Auf dem gleichen Prinzip beruhende Sandfilter sind vielerorts zur Reinigung von Schwimmbadwasser in Betrieb.

Es ist nicht auszuschließen, daß der immer noch rigide betriebene Abbau von Sandvorkommen gerade in Regionen mit geringen Niederschlägen wie dem Main-Regnitzgebiet oder dem Regensburger Raum negative Konsequenzen für die Versorgung der Bevölkerung mit dem knapp werdenden Trinkwasser nach sich zieht. Der Erhaltung der Sandlagerstätten kann somit durchaus eine über die Belange des reinen Arten- und Biotopschutzes hinausgehende Bedeutung für den Gebietswasserhaushalt zukommen.

1.9.2 Landschaftsbild

Letzte Andeutungen des noch um die Jahrhundertwende durch die flächigen, weitgehend offenen Sand-Weiderasen geprägten Landschaftsbildes entlang der sandigen Talflanken finden sich heute nur noch auf kurzen Strecken am Main bei Stockstadt/Lkr. Aschaffenburg, Faulbach/Lkr. Miltenberg, südlich und östlich von Nürnberg an Pegnitz und Rednitz sowie längs der Regnitz zwischen Erlangen und Bamberg.

Die ehemals riesigen Sandheiden haben früher entscheidend das Landschaftsbild der Sandgebiete bestimmt und ihnen eine spezifische Note verliehen.

1.9.3 Erd- und Heimatgeschichte

Erdgeschichte

Die Dünenfelder und Sandterrassen sind Zeugnisse der landschaftsformenden Kräfte der jüngeren erdgeschichtlichen Vergangenheit während des Pleistozäns und des Holozäns. So läßt sich zum Beispiel die Flußgeschichte des Main- und des Donauesystems anhand der Sandablagerungen rekonstruieren, sofern diese ungestört erhalten sind.

Heimatgeschichte

Als klimatisch begünstigte, leicht zu rodende Gebiete gehören die Sand-Landschaften zu den Gebieten mit den ältesten Spuren menschlicher Besiedlung, in denen Reste ehemaliger Bauten meist gut erhalten bleiben.

Beiträge zur Kulturgeschichte liefern die Sandrasen-Lebensräume, indem sie kulturhistorische Dokumente bergen. Oft geben sie ein Abbild ehemaliger gebietstypischer Nutzungsweisen und haben daher heimatgeschichtliche Bedeutung. Dazu Beispiele:

- Kleinparzellierte Gewanne aus "handtuchbreiten" Streuobstäckern mit ehemaliger Wechselnutzung Ackerbau/Beweidung am Untermain unterhalb von Miltenberg; über ihre Bedeutung für den Artenschutz hinaus haben sie Bedeutung als Kulturdenkmäler.

- Schaftriften auf Terrassensanden entlang der Talgehänge und alte Triftwege als Reste historischer Formen der Hirtenkultur.
- Lichte, zwergstrauch- oder flechtenreiche Kiefernforste als Zeugen ehemaliger Waldbewirtschaftungen wie Streunutzung, Winter-Waldweide, Zeidelwirtschaft.
- Huteichen-Trupps an den Talhängen und Niederterrassenflächen (Hainberg südwestlich Nürnberg, Ottensoos östlich Lauf) als Relikte ehemals verbreiteter Allmend-Nutzungen.
- Flächengröße, Isolationsgrad, Vernetzung mit gleichartigen Nachbarflächen sowie mit der umliegenden Landschaft ("Funktionsgefüge");
- Vorkommen komplex strukturierter Sandrasenbestände, deren Entwicklung niemals in Zeiträumen von weniger als 10 Jahren erfolgt und oft sogar sehr viel längere Zeiträume beansprucht;
- geomorphologische und stratigraphische Eigenschaften, die bei Eingriffen wie Sandentnahmen, Sandgrubenanlage und dergleichen oft irreversibel zerstört werden.

1.10 Bewertung einzelner Flächen

(Bearbeitet von B. Quinger)

In diesem Kapitel werden Kriterien zusammengestellt, die den Naturschutzwert von Sandrasen und Sandfluren maßgeblich mitbestimmen. Bei der Erstellung von Pflege- und Entwicklungskonzepten zu Sandrasen und Sandfluren ist eine festgestellte "besondere Hochwertigkeit" insofern von Interesse, als bei derartigen Objekten ein höherer Mitteleinsatz zu vertreten (z.B. Flächenvergrößerungen durch Abpufferung und Wiederherstellungsmaßnahmen usw.) und eine fundierte, nach Möglichkeit wissenschaftlich dokumentierte Pflegekontrolle gerechtfertigt sind. Wie sich eine "besondere Hochwertigkeit" eines Sandrasens oder einer Sandflur auf die fachliche Betreuung auswirken sollte, wird in den Kapiteln 5.2 und 5.3 ausgeführt.

Der "Naturschutzwert" von Sandrasen und Sandflur-Ökosystemen aus verschiedenen Komponenten bemißt sich daran, daß sie folgende "Aufgabenstellungen" erfüllen können:

- sie haben als Refugialgebiet für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten zu dienen;
- sie haben mit dazu beizutragen, den gesamten strukturellen Formenschatz in ihrem Naturraum zu bewahren, insbesondere Klein- und Kleinstformen wie kleinräumige Mulden-Kuppen-Reliefbildungen, Terrassierungen, Terrassenabbrüche, Windarrisse und nicht zuletzt das gesamte Spektrum an Dürentypen, die allesamt bei intensiver Landnutzung zerstört werden;
- die Repräsentation bezeichnender Naturlandschaften und extensiv genutzter Kulturlandschaften in den Naturräumen mit Terrassensand- und Flugsandvorkommen;
- die Dokumentation ehemals verbreiteter Nutzungsweisen;
- Bereicherungen des Landschaftsbildes, Betonung des Eigencharakters der Landschaft und Steigerung des Erlebniswertes.

Besonders hochwertige Zustandsformen in Sandrasen- und Sandflur-Ökosystemen zeichnen sich durch Erfüllung von Kriterien aus wie:

- Vorkommen typischer und/oder sehr selten gewordener, stark gefährdeter Tier- und Pflanzenarten;
- Zugehörigkeit zu sehr seltenen oder bedrohten Sand-Ökosystemen (siehe auch voriges Kapitel);

Wie schon im einleitenden Absatz zu diesem Kapitel angesprochen, kann sich die Ermittlung eines "besonderen Naturschutzwertes" nach den von uns vorgeschlagenen Kriterien nur auf die Ausarbeitung von Pflege- und Entwicklungskonzepten zu den ins Auge gefaßten Flächen beziehen. Ungeeignet sind diese Kriterien zur Bewertung von Eingriffen nach Art. 6a Bay-NatSchG.

Die ausgewählten Kriterien betreffen zum Teil Sachverhalte, die durch die Art der Pflege gesteuert werden können, wie zum Beispiel die Anzahl und vor allem die Populationsstärken von Rote-Liste-Arten. Andere Eigenschaften, die den Naturschutzwert eines Sandrasens oder einer Sandflur mitbestimmen, wie besondere geologische und geomorphologische Eigentümlichkeiten, lassen sich durch die Art der Pflege - abgesehen von der besseren Zurschaustellung - nicht positiv verändern.

Bei vielen bayerischen Sandrasengebieten findet man heute (vgl. Kap. 1.11.2) ein Mosaik vor aus:

- sehr wertvollen Restflächen;
- +/- intakten Sandfluren ohne besonders hervorhebenswerte Besonderheiten;
- mehr oder weniger degradierten Teilflächen.

Zur Vermeidung von Verschlechterungen und Schäden im Zuge von Pflegemaßnahmen (gilt v.a. für Sandbewegungen, Anlage von Pionierflächen, Rodungen) werden für einzelne Teilkomponenten der Sandrasen-Ökosysteme schlagwortartig Zustandsformen verschiedener Wertigkeit zusammengestellt. Hierbei wird eine vierteilige Skala zugrundegelegt:

1) Besonders hochwertige Zustandsformen

Teilgebiete mit einem besonders hohen Naturschutzwert infolge des Vorkommens sehr seltener Arten, Pflanzengemeinschaften, hervorragender geomorphologischer Strukturen usw. Die Wertigkeit läßt sich als "landesweit bedeutsam" oder "überregional bedeutsam" analog zum Bewertungssystem des ABSP bemessen.

2) Hochwertige Zustandsformen

Ebenfalls hochwertige Zustandsformen von "regionaler" oder "lokaler Bedeutung" nach dem Bewertungssystem des ABSP.

3) Weniger wertvolle Zustandsformen

Eher geringwertige Segmente von Sandrasen- und Sandflur-Ökosystemen. Sie bieten sich als Wirkungsfeld für gezielte Pflegeeingriffe zur Zustandsverbesserung an.

4) Fremdartige oder sogar störende Zustandsformen

In Sandfluren sind häufig auf Teilflächen ökosystemfremde Elemente oder sogar starke Degradationen vorhanden. Ihre Beseitigung ist in der Regel wünschenswert, sofern sie die Fortexistenz der höherwertigen Zustände gefährden, sogar erforderlich.

Die Zuordnung eines "Gebietsausschnittes" in einem Sandrasen-Ökosystem zu einer hochwertigen oder gar besonders hochwertigen Zustandsform soll schon erfolgen, wenn eines der nachfolgend angebotenen Kriterien erfüllt wird.

Als "Gebietsausschnitt" betrachten wir zunächst strukturell +/- einheitliche Teilkomponenten der Sandrasen-Ökosysteme wie:

- vegetationsfreie und vegetationsarme Sande (vgl. Kap. 1.10.1, S.93);
- Sandrasen im engeren Sinn (vgl. Kap. 1.10.2, S.93);
- bebuschte und bewaldete Sandfluren (vgl. Kap. 1.10.3, S.94).

Anschließend werden als "Gebietsausschnitt" Komplexlebensräume ins Auge gefaßt (vgl. Kap. 1.10.4, S.94), deren Wertigkeit sehr stark von ganz bestimmten Strukturabfolgen, Ökotonen, Zonationen oder Mosaikstrukturen bestimmt wird. Zuletzt (Kap. 1.10.5, S.94) wird noch behandelt, in welcher Weise geomorphologische und stratigraphische Eigenschaften wertbestimmende Faktoren darstellen.

1.10.1 Vegetationsarme und vegetationsfreie Sandflächen

Die Bedeutung vegetationsfreier und vegetationsarmer (Deckungsgrad < 25%) Sandflächen für die Fauna der Sandfluren wird im Kap. 1.5.2 (S.48) dargestellt. Weitere Anmerkungen zu vegetationsfreien Sanden sind im Kap. 1.1.1.1 (S.17) enthalten.

Besonders hochwertige Zustandsformen

- Zusammenhängende oder eng miteinander verbundene Flächen von über 1.000 m² Größe;
- Brutplatz des Brachpiepers (vgl. Kap. 1.5.2.1, S.48);
- Vorkommen der Blauflügeligen Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*), vgl. Kap. 1.5.2.3.2, S.56);
- Vorkommen von *Myrmeleon*-Trichtern (Ameisenlöwe), vgl. Kap. 1.5.1.1, S.45);
- mehrere Kolonien bodenbrütender *Hymenopteren* (vgl. Kap. 1.5.2.3.3, S.59);
- sehr reiche Sandlaufkäfer-Vorkommen (mehrere 100 Tiere auf der Fläche; vgl. Kap. 1.9.1.1.2, S.87).

Hochwertige Zustandsformen

- Isolierte, vegetationsfreie oder vegetationsarme (Deckungsgrad < 25%) Sandstellen von wenigen bis ca. 1.000 m² Ausdehnung, ohne Eutrophierungen;
- Vorkommen der Blauflügeligen Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulescens*) und/oder der Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*). Bei "Mas-

senvorkommen" dieser Arten liegen die vegetationsarmen und/oder vegetationsfreien Sande in einer besonders hochwertigen Zustandform vor;

- reichliche *Cicindela*-Vorkommen (einige Dutzend Tiere).

Weniger wertvolle oder sogar störende Zustandsformen

- Stark eutrophierte Sande mit locker gestreuten Vorkommen von eutraphenten Ruderalpflanzen wie *Berteroa incana*, *Setaria viridis*, *Conyza canadensis*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Lepidium virginicum* u.a. (vgl. Kap. 2.3.2).

1.10.2 Sandrasenflächen i.e.S.

Gemeint sind Silbergrasfluren (Deck. > 25%), Schwingelgrasrasen (z. B. ARMERIO-FESTUCETUM) und Kleinschmielenfluren (THERO-AIRION).

Besonders hochwertige Zustandsformen

- Vorkommen von *Jurinea cyanoides*, *Androsace septentrionalis*, *Alyssum montanum subsp. gmelinii*, *Helichrysum arenarium*;
- *Alyssum gmelinii* - *Jurinea cyanoides*-Gesellschaft, auch erheblich gestörte Bestände;
- kryptogamenreiche Halbschlußstadien zwischen "reifen" Silbergrasfluren und Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen, auch schwach gestörte (Tritt, Eutrophierung) Bestände (z.B. mit *Crepis tectorum*, *Veronica verna* oder *V. dillenii*);
- reife, geschlossene Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen in ungestörtem Zustand;
- Kleinschmielen-Rasen mit *Aira*-Arten, *Mibora minima* oder *Anthoxanthum puellii*.

Hochwertige Zustandsformen

- Kryptogamenarme Silbergras-Pionierfluren, nicht oder nur schwach wahrnehmbar gestört (regional **besonders hochwertig**, z.B. im Tertiärhügelland, am Unteren Main);
- *Vulpia*-Bestände (außerhalb des Rednitz-Regnitzbeckens und der Sandterrassen am Unteren Main **besonders hochwertig**);
- Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen mit deutlichen Störungen, auch junge, artenarme Bestände auf Brachen;
- zum SALSOLION vermittelnde Bestände mit *Corispermum leptopterum*;
- artenarme *Festuca ovina*- *Argostis tenuis*-Bestände.

Weniger wertvolle Zustandsformen

- Deutlich eutrophierte Silbergrasfluren (vgl. Kap. 2.3.2);
- sehr stark gestörte Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen;
- ausdauernde Beifuß- und Rainfarn-Hochstaudenfluren (ARTEMISIETEA-Ges.) mit überwiegend thermophilem Charakter (DAUCO-MELILO-TION). Bei Auftreten stark gefährdeter Sand-Ruderalarten Arten wie ***Orobanche arenaria* oder *Chondrilla juncea* jedoch ebenfalls hochwertig bis sehr hochwertig**);
- Bruchkraut-Weidelgras-Trittrasen.

Fremdartige oder störende Zustandsformen (Auswahl)

- Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) - Bestände, Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) - Bestände;
- ausdauernde Beifuß- und Rainfarn-Hochstaudenfluren (ARTEMISIETEA-Ges.) mit überwiegend nitrophilen Pflanzenarten;
- Goldruten-Bestände (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*), Trupps des Japan- oder des Sachalin-Knöterichs (*Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*).

1.10.3 An offene Sandfluren angrenzende Wälder und Gebüsch

Waldbestände in Sandrasen-Ökosystemen erfordern eine sehr differenzierte und sorgfältige Bewertung. Es kann sich um die naturkundlich außerordentlich wertvollen Wintergrün-Kiefernwälder handeln, die als Wuchsort mehrerer hochgefährdeter Sandpflanzenarten wie *Chimaphila umbellata* (Doldiges Winterlieb) oder den *Diphasium*-Arten unersetzlich sind. Erfolgt durch unbedachte Aushiebe eine zu starke Freistellung der Pyrolaceen, so führt dies zu ihrem Verschwinden. Naturkundlich wertvoll - da heute eine Seltenheit - sind mit Laubhölzern (z.B. *Quercus robur*) durchmischte Kiefern-Altholzbestände.

Für junge, dichte Kiefern-Aufforstungen oder Kiefernverwaltungen trifft dagegen fast immer das Gegenteil zu. Sie nehmen den Sandrasen- und Sandflur-Landschaften ihre spezifische Eigenart. Als extremer Störfaktor kann die Robinie in Sandrasen einwandern (bewirkt neben der Beschattung auch erhebliche Eutrophierungen durch N-Fixierung und ist nur mit großen Schwierigkeiten wieder entfernbar).

Besonders hochwertige Zustandsformen

- Wintergrün-Kiefernwälder, nur auf +/- basenreichen Sanden (sog. PYROLO-PINETUM; vgl. Kap. 1.4.3.7.1, S.42);
- lichte, durchsonnte Kiefern säume im Kontakt zu Sandwegen oder Offensanden mit Übergängen von Offensand über Schwingelfluren und Besenginster-Heiden (Habitat von Ziegenmelker, Heidelerche und Steppen-Grashüpfer);
- lichte Waldsäume an alten Triftwegrändern mit Restvorkommen von Grasnelken (*Armeria elongata*), Schwingelarten (*Festuca ovina* agg.), Heidesegge (*Carex ericetorum*) oder Berg-Haarstrang (*Peucedanum oreoselinum*).

Hochwertige Zustandsformen

- Lichter Altholz-Kiefern-Eichenwald am Rande offener Sandfluren, den Abschluß des Sandrasen-Komplexlebensraumes bildend (in schöner Ausbildung **besonders hochwertige Zustandsform!**);
- einzelne Kiefern im Sandrasen-Innern mit Besenginster- oder Kopfweißklee-Umsäumung.

Weniger wertvolle Zustandsformen

- Waldsäume, die von angrenzenden Sandrasen durch kalkgeschotterte oder asphaltierte Wege abgetrennt sind;

- Kiefern aufwuchs mit Zwergstrauchsäumen mit Beschattung über 50%.

Störende Zustandsformen (unter Berücksichtigung des Einzelfalles)

- Lichtarme, dicht stockende Kiefernforste;
- Robinienbestände;
- Aufforstungen mit Roteiche.

1.10.4 Hochwertige Komplex-Lebensräume

Sehr reich ausgestattete Sandrasen-Ökosysteme bergen ein enormes faunistisches und floristisches Potential. Dasselbe gilt für ganz bestimmte Komplex-Lebensräume, die sich aus Sandrasen-Ökosystemen und naturkundlich wertvollen Kontaktbiotopen zusammensetzen.

Sehr wertvoll und sehr selten geworden sind vollständige Sand-Ökosysteme mit sämtlichen in Kap. 1.1.1 (S.17) beschriebenen Struktur-Typen. Solche vollständigen Sand-Ökosysteme sind heute durchweg als "landesweit bedeutsam" einzustufen.

Besonders hochwertige Zustandsformen und fast immer "landesweit" oder zumindest "überregional bedeutsam" sind Komplexbiotope aus Sandrasen und Offensanden mit andersartigen, aus Naturschutzsicht wertvollen Biotop-Typen. Als Beispiele seien angeführt:

- unmittelbare Kontaktkomplexe von flachgründigen, z.T. temporären Tümpeln oder beständigen Teichen und Weihern mit Sandrasen-Ökosystemen (= optimal für einige Amphibienarten);
- Komplexe aus nährstoffarmen Sandäckern mit Sandrasen und/oder Sandkiefernwäldern (= Lebensraum atlantischer Sand-Ackerwildkräuter, wie *Arnoseris minima*);
- Kontakte von Sandfluren und naturnahen Fließgewässern, z.B. früher im Brombach-Gebiet vorkommend (vgl. PLACHTER 1985);
- Bestände mit artenreichen thermophilen Brachen in Randlage, wobei gilt: "je größer die Sandfläche, desto wertvoller und zugleich geringer gefährdend sind ruderale Kontaktflächen".

1.10.5 Geomorphologische Strukturen und stratigraphische Verhältnisse

Als geomorphologisch besonders wertvolle Erscheinungen können natürliche Steilabbrüche und ihre Abbruchkanten gelten, Terrassenböschungen und zugehörige Terrassenkanten, außerdem Windanrisse. Insbesondere gilt dies für Dünenbildungen. Überregional gehören heute unangetastete Sanddünen zu den geomorphologischen Besonderheiten. Als punktuelle oder lineare Landschaftselemente können Dünen (je nach Einzelfall) häufig den Status eines "Naturdenkmals" nach Art. 9 BayNatSchG oder eines "Geschützten Landschaftsbestandteils" nach Art. 12 BayNatSchG für sich beanspruchen.

1.11 Gefährdung, Rückgang, Zustand

(Bearbeitet von N. Meyer)

Das Kapitel beginnt mit einer Darstellung von Art und Ausmaß des "Rückgangs" der Sandrasen, gefolgt von der Beschreibung des "Zustandes" der verbliebenen Flächen mit ihren Degradationen. Zuletzt wird auf die Gefährdung der einzelnen Sandrasen-Lebensgemeinschaften eingegangen.

Im **Kapitel 1.11.1**, "Rückgang", werden die Ursachen für die Flächenverluste zusammengestellt.

Im zweiten **Kapitel 1.11.2**, "Zustand", wird die gegenwärtige Zustandsbeschaffenheit der noch existierenden Restflächen skizziert.

Das dritte **Kapitel 1.11.3**, "Gefährdung", faßt die Faktoren und Prozesse zusammen, die gegenwärtig zu weiterer Degradation oder Vernichtung der Sandrasen führen.

1.11.1 Rückgang

Der massive Rückgang der Sandrasen seit der Jahrhundertwende hat seine Ursache vor allem in der veränderten Art und Intensität der Landnutzung durch den Menschen im 20. Jahrhundert. Waren die Sande früher weder bebaubar (worauf die Redewendung "auf Sand gebaut" zurückgeht) noch ackerbar (wegen der Mangelfaktoren Bodenfruchtbarkeit, Dünger und Wasser), so ermöglichen die moderne Bauweise (tiefere Fundamente) sowie die Errungenschaften der Düngewirtschaft und Technik in der Landwirtschaft heute das eine wie das andere.

1.11.1.1 Rückgangsursachen

1.11.1.1.1 Struktur- und Nutzungswandel in der Landwirtschaft

Die Entwicklung der "Kunstdüngewirtschaft" und der parallel dazu stattfindende Niedergang der Schafweide bewirkten einschneidende Nutzungsänderungen auf den Sandrasen, so daß heute

- nur noch geschätzte 1% der ehemaligen Sandrasenflächen übrig sind;
- der verbliebene Rest heute in der Regel nur noch sporadisch oder gar nicht mehr genutzt wird. Dieser Zusammenbruch der stabilisierenden traditionellen Nutzungsformen führt naturgemäß zu weiterem Flächenrückgang.

Die entsprechenden Nutzungsänderungen erfolgten etwa seit der Jahrhundertwende, erheblich beschleunigt und in größerem Rahmen aber erst nach dem 2. Weltkrieg im Zuge der Mechanisierung der Landwirtschaft. Diese begann zwischen den Weltkriegen, setzte sich aber erst in den 50er und 60er Jahren voll durch. Die veränderten Wirtschaftsformen erlaubten andere, wirtschaftlich attraktivere Nutzungen auf den traditionellen Weideflächen:

- 1) Die einschneidenden Verbesserungen auf dem Sektor der Bearbeitung (Traktoren!) und Düngung bewirkten in allen Sandgebieten eine Intensivierung der Wirtschaftsweise auf den alten

Ackerstandorten sowie den Umbruch weiter Flächen bisherigen Extensiv-Grünlands.

Die starke Ausweitung der landwirtschaftlichen Kulturlächen betraf vor allem nährstoff- und basenreiche Feinsande. Einebnungen von Dünenbildungen mit Planiermaschinen bewirkten bei derartigen Kultivierungsbemühungen nicht selten tiefgreifende Veränderungen der vormaligen Sandflurstandorte. Von den ehemals im Raum Volkach verbreiteten Sandrasen am Mittleren Main sind mit dem Astheimer Sand und dem Sand bei Gut Elgersheim nur noch zwei winzige "Restposten" erhalten, deren gegenwärtige Fläche nur einen winzigen Bruchteil der ehemaligen Ausmaße umfaßt!

- 2) Die Sandterrassen und Flugsandgebiete in der Nähe der stark anschwellenden Ballungsräume wurden ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts immer stärker in den Gemüse- und Salatbau miteinbezogen. Exemplarische Beispiele hierfür sind der Börsting im Norden von Bamberg und das Knoblauchsland nördlich von Nürnberg und Fürth. Die Sand-Standorte wurden zudem für den Tabakanbau (Raum Erlangen-Nürnberg-Schwabach) sowie für den Hopfenanbau (Gegend um Spalt) herangezogen.
- 3) Seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert gewann besonders der Spargelanbau, der nahezu ausschließlich auf +/- lockeren, tiefgründigen Sandböden erfolgt, in den sandigen Tallandschaften eine immer größere Bedeutung. Der zeitlich parallel dazu stattfindende Niedergang der Schafweide (vgl. HORNBERGER 1959: 54 ff.) führte zum Umbruch weiter Sandrasenflächen zu Spargel-Ackerland. Bereits VOLK (1931: 109) wies auf den rapiden Rückgang der Kalksand-Dünen in der Schwetzingen Hardt durch die Einführung der Spargelkulturen hin. In der Nachkriegszeit verdoppelte sich die Spargelerzeugung in der BR Deutschland von 4.800 Tonnen im Jahr 1951 auf über 10.000 Tonnen in den Jahren zwischen 1979 und 1981 (KÖRBER-GROHNE 1988: 251)!
- 4) Verbliebene Sandrasen-Reste wurden spätestens mit dem Anschwellen der Gülleflut aufgedüngt und in Fettwiesen umgewandelt. Gebietsweise verschwanden nahezu alle extensiven Sandrasen und Sandäcker mit Ausnahme kleiner Zwickel, landwirtschaftlich uninteressanter Terrassenkanten und alter Allmendflächen, die allmählich verbuschten oder auch aufgeforstet wurden.
- 5) Bestimmte traditionelle Nutzungsformen, wie die Acker-Weide-Obstbau-Wechselwirtschaft am Untermain, sind um Miltenberg und Aschaffenburg nur deshalb in Resten erhalten, weil die handtuchartig schmalen, aus jahrhundertelanger fränkischer Realteilung entstandenen Ackerstreifen einer effizienteren Nutzung nicht zugänglich waren. Die wenigen Bereiche, in denen die Flurbereinigung nicht schon nach dem Krieg die Voraussetzungen für den Einsatz moderner Maschinen durch Zusammenlegung der Flächen schuf und so den Erhalt solcher Kulturdenkmäler ermöglichte, drohen heute durch die Auswei-

sung von Gewerbeflächen dennoch verloren zu gehen.

1.11.1.1.2 Aufforstungen

Im Rahmen von Aufforstungen gingen durch die Dickungsphase mit nachfolgender Etablierung von Wald-Unterwuchs nicht allein die aufgeforsteten Flächen als Wuchsbereiche der Sandrasen verloren. Aufforstungen auf oder in Kontakt zu Sandrasen greifen über die betroffene Fläche hinaus durch Beschattung, Blatt- und Nadelfall, Aussenden von Diasporen ins Gefüge umliegender Offensandflächen ein, indem sie unspezifische Grasfluren und Zwergstrauchbestände fördern (vgl. Kap. 2.2) oder als Barriere wirken.

Historische Aufforstungsschübe

Um die durch menschliche Nutzung in Bewegung geratenen Flugsande wieder zu bändigen, setzten mit Ausgang des 15. Jahrhunderts Aufforstungsmaßnahmen ein, zunächst im Großraum Nürnberg. Mit einer Zeitverzögerung von wenigen Jahrzehnten fanden diese Aufforstungen auch in anderen Sandgebieten Nachahmung, sodaß beispielsweise in der Schwetzingen Hardt im 16. und 17. Jahrhundert ein starker Rückgang der offenen Sandfluren zu verzeichnen war (vgl. PHILIPPI 1971: 96). Die Aufforstungen - meist mit Kiefer - wurden bis weit in das 19. Jahrhundert hinein fortgesetzt. Die ausgedehnten Dünengebiete um Kahl und Aschaffenburg beispielsweise, nach ADE (1942) noch um 1750 mit vermutlich sehr lichten Eichenhutungen bestanden, konnten erst ab 1823 mit Kiefern aufgeforstet werden (HESS & RITSCHEL-KANDEL 1989). Die durch derlei Monokulturen induzierten Massenvermehrungen von Forstschädlingen wie der Nonne etc. führten beispielsweise im Reichswald östlich von Nürnberg im ausgehenden neunzehnten Jahrhundert sowie zu Beginn dieses Jahrhunderts zum Ausfall großer Forstflächen auch auf Dünenstandorten. Die sofortige Nachpflanzung führte dazu, daß sich heute große Teile des Reichswaldes als strukturarmer Altersklassenforsten darbieten.

Neuere Aufforstungen

Zahlreiche offene Sande mit Silbergrasfluren und Sandgrasnelken-Schwengelgrasrasen im nördlichen Bayern wurden noch in der jüngsten Vergangenheit (nach 1950) mit Kiefern aufgeforstet. Betroffen sind in erster Linie erschöpfte Abbauflächen, aber auch unrentable und brachgefallene landwirtschaftliche Flächen und Ödlandreste besonders in Waldrandlage. Beispiele für derartige junge Aufforstungen gibt es im Reichswald, im Sulztal/Oberpfalz, im Raum Neumarkt oder im Abensberger Dünengebiet.

1.11.1.1.3 Überörtliche Planungen

Baulandausweisung

Nach 1950 fand vielerorts eine immense Ausdehnung der Siedlungsflächen statt, die sich regional oft mit großer Geschwindigkeit vollzog. Die Anlage neuer Wohnviertel "auf der grünen Wiese" und die parallel verlaufende Ausweisung oft besonders flä-

chenintensiver Gewerbegebiete (Flachbauweise!) führte vor allem in den Ballungsräumen (etwa um Aschaffenburg, Bamberg, Erlangen, Nürnberg-Fürth, Schwabach-Roth) zur Versiegelung und Überbauung großer Flächen ehemaliger Allmenden, Äcker und Waldbereiche. In der Regel waren die Flug- und Terrassensande von dem Flächenverbrauch in ganz besonderer Weise betroffen: Bei der Bauland-Ausweisung wurden die armen Sandböden zugunsten der für die Landwirtschaft wertvolleren und vielseitiger nutzbaren Lehmböden deutlich bevorzugt, sobald es dank der heutigen Bauweisen mit tiefreichenden Fundamenten möglich war, "auf Sand zu bauen".

Verkehrswegeplanung

Mit der Ausweitung der Siedlungen und der Gewerbegebiete gingen Ausbau und Neugestaltung des Verkehrswegenetzes einher. In Bayern erhöhten sich die Straßenlängen der Staats- und Bundesstraßen im Zeitraum von 1945 bis 1986 um 51%, die der Autobahnen sogar um 173% (vgl. RINGLER & HARTMANN 1986: 10). Die Trassen neuer Ortsverbindungsstraßen und Autobahnen wurden nicht selten durch die Flug- und Terrassensand-Gebiete geplant, um aus wirtschaftlicher Sicht wertvollere Agrarland auszuweichen! Die Sandrasen wurden dabei nicht nur versiegelt, sondern auch zerstückelt und zerschnitten.

Erst seit kurzem wird die Chance genutzt, wenigstens die Böschungen der Verkehrsadern als Refugien und Verbindungsachsen für Pionierarten und trockenheits- oder wärmeliebende Lebensgemeinschaften zu belassen. Bisher waren im Straßenbau platzsparende Lösungen mit steilen Böschungen üblich, welche Erosionsschutzmaßnahmen wie Meliorisierung, Ansaat der Böschungen sowie Gehölzpflanzungen notwendig machten.

Erholungsvorsorge

Ebenfalls Opfer des Siedlungsdrucks wurden Sandrasen, die wegen ihrer Siedlungsnähe Kleingartenanlagen und Freizeitsiedlungen, anderen Freizeiteinrichtungen wie Grill- und Tennisplätzen, Sportplätzen, Spielplätzen und dergleichen mehr weichen mußten. Insbesondere auf dem Lande kam es im Rahmen von Verfahren der ländlichen Entwicklung oft zur völligen Umwidmung der bis dahin meist brachliegenden, alten Allmendflächen in Ortsnähe.

Sandabbau

Erhebliche Verluste an Sandrasen gehen auf das Konto des Sandgrubenbetriebs. Für die Herstellung hochbelastbarer Betonsorten sind möglichst reine Quarzsande notwendig. Diese Sandqualitäten finden sich in abbauwürdiger Menge in erster Linie im Bereich von Binnendünen, daneben auch von Terrassensanden mit hohem Anteil an umgelagerten Flugsanden. Eine bedeutsame *Jurinea*-Grasheidefläche zwischen Astheim und Escherndorf ging durch den Sandabbau verloren (vgl. HOHENESTER 1960: 51). Höchste abbauwürdige Vorkommen feinsten Flugsandes, wie die bis 40 Meter mächtigen, weiträumigen Sanddünen nördlich Altdorf, verdanken ihre Fortexistenz sicherlich allein dem

Umstand, daß sie das Kerngebiet einer Wassergewinnungszone des Ballungsraumes um Nürnberg darstellen.

1.11.1.1.4 Militärische Nutzung

Die Auswirkungen der Integration von Flug- und Terrassensand-Gebieten in militärisches Übungsgelände sind ambivalent. Die aufgetretenen Schäden sind gut dokumentiert, es stellt sich jedoch die Frage, wie sich die Gebiete bei andersartiger Nutzung entwickelt hätten.

Ein Beispiel für die schwere Degradation von grasreichen Sandfluren sind die ehemals bedeutsamen *Jurinea*-Bestände bei Großlangheim. Sie fielen der Anlage eines Panzerübungsplatzes zum Opfer, wodurch das Aussterben von *Dracocephalum ruschiana* in Bayern herbeigeführt wurde (vgl. HOHENESTER 1960: 51 ff.).

Beobachtungen auf dem landesweit bedeutsamen Sandrasen im Bereich des Standortübungsplatzes Hainberg bei Nürnberg-Fürth zeigen, daß der gelegentliche frühere Übungsbetrieb mit Kettenfahrzeugen mit seinen unregelmäßigen Krümenöffnungen insgesamt eher positiv zu beurteilen war, wie das zunehmende Verschwinden von *Sphingonotus caeruleus* wegen des Rückgangs von Offensanden seit seiner Einstellung belegt. Schäden wurden vielmehr in den zurückliegenden Jahrzehnten durch Nebennutzungen erzeugt, wie beispielsweise:

- Freizeitbetrieb;
- Schafweide mit Überbesatz, Pferchung in der Fläche und Düngung zur Verbesserung der Wüchsigkeit (Blaukorngabe im Frühjahr);
- durch Erschließung mittels Wegebau mit Kalkschotter;
- durch gestalterische Eingriffe wie flächiger Ablagerung von lehmigem Aushubmaterial auf offenen, sandigen Terrassenkanten mit nachfolgender Ansaat, Planierung von Sandhügeln sowie Pflanzung von Einzelbäumen, Sichtschutzpflanzungen in Form von Kiefernaufrüstungen, Dulden von Aufwüchsen aus Robinien.

In diesem Zusammenhang erscheint es wichtig, darauf hinzuweisen, daß die großflächigen Sandrasen-Bestände des Hainbergs sicher ohne die fortgesetzte militärische Nutzung seit Ende des Weltkriegs längst vollständig überbaut und vernichtet wären, wie das entsprechende Schicksal der benachbarten "Gebersdorfer Hardt" auf der anderen Flußseite und zurückliegende Zerschneidungsversuche durch die Straßenplanung belegen.

1.11.1.1.5 Kombinierte Wirkungen

Die aufgezählten Rückgangsursachen treten nicht selten kombiniert auf und wirken zusammen.

Als exemplarisches Beispiel sei der Börstig zwischen Bamberg und Hallstadt genannt, der durch seine Ausdehnung und sein floristisches Potential (*Helichrysum arenarium*-Vorkommen) den wohl bedeutendsten Sandrasen-Komplex des unteren Rednitz-Regnitz-Gebietes darstellt. Die Fläche zwi-

schen Hallstadt und Gundelsheim im Norden von Bamberg wird seit einigen Jahren

- auf ihrer Westseite durch den Bau von Fabrik- und Verkaufshallen,
- in ihrem Zentrum durch den Bau von Neutrassen und Zubringern zu den Bundesstraßen B 26, B 173 und B 505,
- auf ihrer Ostseite durch die Anlage von Spargeläckern, Kleingärten und Tennisplätzen,

vom Rande her aufgerieben, in der Mitte gespalten und insgesamt auf diese Weise drastisch entwertet, obwohl ihre Bedeutung für den Naturschutz seit Jahrzehnten ausgiebig dokumentiert und bekannt ist. Im Frühjahr 1992 wurde im Börstig durch Überbauung mit einer Lagerhalle die vorletzte *Helichrysum*-Stelle des Rednitz-Regnitz-Gebiets zerstört, so daß heute von der ehemals in den flußnahen Sandfeldern nahezu gewöhnlichen Art östlich des NSG bei Astheim auf Sand nur noch die spärlichen Vorkommen im NSG Pettstadt übriggeblieben sind.

1.11.1.2 Übersicht zum Flächenrückgang

Ein quantitativer Vergleich zwischen heute und früher würde eine genauere historische Kenntnis sowie die vollständige Erfassung des aktuellen Bestands an Sandrasenflächen voraussetzen.

Zur Erfassung der aktuell noch vorhandenen Flächen ist anzumerken, daß die Biotopkartierung leider wegen ihrer - aus übergeordneten Gesichtspunkten durchaus sinnvollen - Beschränkung auf Flächen mit einer Mindestgröße von ca. 1000 m² für die Aufnahme in die Kartierung nur bedingt geeignet ist. Restflächen ehemaliger Hutungen im Wald werden von der Biotopkartierung nur ausnahmsweise aufgenommen.

Zudem fehlt als unentbehrlicher Bezugsrahmen ein vergleichbarer Flächenkataster aus der Zeit um 1950 bis 1960, in dem die Sandrasen getrennt aufgeführt wären. Damals schien hierfür wegen der noch reichlich vorhandenen, wohlausgestatteten Flächen keine Notwendigkeit zu bestehen. Nach HOHENESTER (1992 mdl.) war noch zur Zeit seiner Geländeerfassungen Ende der 50er Jahre in Anbetracht der noch vorhandenen Flächengrößen, der Flächenanzahl und der Flächenausstattung der von ihm in seiner Monographie dargestellten Sand-Ökosysteme (HOHENESTER 1960), von den *Jurinea*-Rasen einmal abgesehen, kein Anlaß erkennbar, Flächenabgrenzungen vorzunehmen.

Die gegenwärtig (1992) stattfindende Überprüfung der von HOHENESTER vor über dreißig Jahren durch Aufnahmen belegten Sandrasen durch BEMMERLEIN und ELSNER liefert jedoch nach deren mündlicher, vorläufiger Auskunft klare Zahlen:

Kaum mehr als 5% der angeführten Aufnahmestellen weisen aktuell überhaupt noch Sandrasenvegetation auf, regional sogar deutlich weniger. In manchen Fällen ist die Lokalisierung der Flächen trotz genauer Ortsangaben durch HOHENESTER nicht mehr möglich, weil nicht einmal mehr geringste

Reste auf den ehemaligen Status des Gebiets hinweisen.

Zu konstatieren sind also, ohne im jetzigen Stadium der Untersuchungen exakte Bilanzen liefern zu können, **Flächenverluste** der Sandrasen im Mittelfränkischen Becken seit den ausgehenden 50er Jahren von mindestens 95%. Diese Rückgangsbilanz ist ganz besonders bestürzend, da in diesem Naturraum das Gros der bayerischen Sandrasen-Vorkommen angesiedelt war. Auf den verbliebenen Restflächen ist zugleich eine drastische **Qualitätsminderung** eingetreten, worauf in [Kap. 1.11.2](#), S.100, näher eingegangen wird.

1.11.1.2.1 Skizzierung des Flächenrückgangs der unterschiedlichen Segment-Typen der Sandrasen und Sandfluren

Offensande

Dieses Segment der Sandrasen-Ökosysteme ist vom Flächenrückgang vergleichsweise weniger betroffen, da es relativ leicht restituierbar ist und beim Sandabbau und auf abgeschobenen Baubrachen rasch neugebildet werden kann. Es geht aber durch Überbauung, Ansaat mit Meliorisierung, Verfüllung oder Aufforstung rasch wieder verloren, bleibt also in der Regel nicht als Sandfläche erhalten.

Silbergrasfluren

Trotz Rückgang ähnlich den Offensanden beim Abbau etc. ständig neu entstehend. Solche Vorkommen sind jedoch meist nur noch kleinflächig entwickelt und entsprechend stark durch Außeneinflüsse geprägt. Ausgedehnte Silbergrasfluren von mehr als 1.000 m² Fläche sind heute sehr selten geworden.

Reife Silbergrasfluren

Zählen zu den Sandrasentypen mit dem stärksten Flächenrückgang. Außerhalb der Schutzgebiete (Pettstadt, Astheim) kaum mehr vorhanden, da jüngere Stadien fast nur noch temporär vorhanden oder mangels Nutzung zugewachsen sind.

Bestände mit *Jurinea*, *Helichrysum*, *Androsace*

Durch Mangel an Neubildung des vorigen Sandrasentyps, auf den sie weitgehend beschränkt sind, heute kaum mehr auf Flächen ohne Schutzstatus erhalten. Temporäre Ausbildungen etwa mit *Helichrysum* auf abgeschobenen Industriebrachen lokal noch vorhanden.

THERO-AIRION-Bestände

Durch Ausfall magerer Ackerbrachen und der Triftweide als Krümenöffner auf Sandstandorten heute meist auf Sandgruben, militärische Übungsplätze und temporäre Vorkommen auf Bauerwartungsland und Industriebrachen beschränkt.

Sandgrasnelkenrasen

Nur noch wenige flächige Ausbildungen in Bayern erhalten, in weiten Teilen des ehemaligen Areals auf winzigste Reste mit rudimentärem Arteninventar geschrumpft.

Sandackerfluren

Nur in wenigen Gebieten noch mit typischer Artenpalette vorhanden (Untermain, Mittelfränkisches Weihergebiet). Auf weite Strecken sind die Sandacker-Arten jedoch auf benachbarte Böschungsanrisse etc. verdrängt. Oft keimen sie zwar an mageren Ackerrändern über den Winter und sind dann früh im Jahr noch nachweisbar, werden aber mit der Frühjahrsspritzung abgetötet. Auf den aufgedüngten Ackerstandorten erliegen sie der Konkurrenz.

Thermophile Ruderalfluren auf Sand

Artenreiche, den Magerrasen nahestehende Ruderalfluren sind fast überall verschwunden. Nitrophilere Ausbildungen wie Stinkkresse-Bestände oder artenarme Graukressefluren sind entlang sandiger Straßenböschungen weithin an die Stelle der ehemaligen Magerrasen getreten. Ihr lückiger Charakter läßt sie aus tierökologischer Sicht aber vermutlich günstiger erscheinen als Böschungsansaaen.

Zwergstrauch-Heiden und Ginstergebüsche

Als natürliche Folgegesellschaften der Sandrasen lokal und temporär gefördert, aber mit Ausnahme periodisch auf Stock gesetzter Dauerstadien (Stromschneisen etc.) nur temporär und linienförmig ausgebildet.

Wintergrünreiche Kiefernwälder auf Sand

Zahlreiche Vorkommen nachweislich bzw. mutmaßlich durch Sandabbau zurückgedrängt oder vernichtet. Wegen fehlender Streunutzung und Waldweide sowie aufgrund der Nährstoffeinträge erfolgt in den verbliebenen Beständen ein allmählicher Umbau hin zu Eichenwäldern, deren Bodenchemie von den Mykorrhiza-Pilzen der Pyrolaceen nicht vertragen wird (SCHEUERER et al. 1991).

Moos- und flechtendominierte Sand-Kiefernwälder

Insgesamt weiter verbreitet als vorige. In deren Areal insbesondere auf Dünenrücken, im Bereich der basenarmen Sande des südlichen und östlichen Regnitzbeckens vorherrschend auf Flugsand, auch in der Oberpfalz. Offene, lichte, flechtenreiche Ausbildungen jedoch durch Ausfall der prägenden Nutzung (Streutrieb und Waldweide) stark zurückgehend.

1.11.1.2.2 Regionaler Flächenrückgang

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick darüber gegeben, wie der Rückgang der Sandrasen-Ökosysteme in den einzelnen "Sandrasen-Provinzen" Bayerns erfolgt ist.

Im **Nordwesten Bayerns** am Untermain mußten die Sandrasen erhebliche Flächenverluste hinnehmen. Die Kahl-Alzenau-Sande sind auf weniger als 5 % ihrer Vorkriegsausdehnung geschrumpft, seit sie von ADE (1942) floristisch bearbeitet wurden. Dasselbe gilt für die Bestände um Miltenberg und Wertheim. Im einzelnen:

Offensande

Kaum noch vorhanden, im Bereich von Flugsanddünen infolge von Aufforstungen lediglich kleinflächige Reste im Bereich von Kahl und Stockstadt. In Terrassensandbereichen Restflächen an Talkanten, Abgrabungsböschungen und auf Abschiebungen in Baugebieten zwischen Kahl und Miltenberg sowie bei Wertheim.

Silbergrasfluren

Wie vorige, um Wertheim fast nur noch in winzigen, meist weniger als 100 m² großen Restflächen an Wald-, Weg- und Straßenrändern (PHILIPPI 1989, mdl.).

Reife Silbergrasfluren mit *Jurinea*, *Helichrysum*, *Androsace*

Bestände mit *Jurinea* und *Androsace* im Wertheimer Raum sind seit langem erloschen, ebenso weiter mainabwärts im Raum um Alzenau und Mainaschaff. *Helichrysum*-Vorkommen nur noch bei Stockstadt und Kahl erhalten.

THERO-AIRION-Bestände

Im Tauber-Main-Gebiet im Raum Wertheim sind nach PHILIPPI (1984) noch *Koeleria gracilis*-Bestände, Kleinschmielen-Fluren und *Filago arvensis*-Bestände erhalten; ebenso um Stockstadt.

Sandgrasnelkenrasen

Bis auf Reste um Stockstadt und Alzenau, bei Kleinwallstadt und Faulbach verschwunden.

Sandackerfluren

Letzte Reste von *Mibora*-Beständen um Miltenberg und Niedernberg, bei Stockstadt *Arnoseris-Anthoxanthum puelii*-Ackerbrachen, ansonsten durch Intensivierung und Überbauung weitgehend verschwunden.

Wintergrünreiche Wälder oder moos- und flechtendominierte Sand-Kiefernwälder

Keine Restflächen bekannt.

Die **Flächen am Mittelmain mit Schwerpunkt zwischen Kitzingen und Schweinfurt** sind ebenfalls bis auf winzige Reste verschwunden:

Offensande, Silbergrasfluren

Geringe Restflächen in alten Abgrabungen.

Reife Silbergrasfluren mit *Jurinea*, *Helichrysum*, *Androsace*

Zentrum des Rests dieses Vegetationstyps in Bayern, aber durch Flächenverlust außerhalb der Schutzgebiete kaum mehr, Silberscharte nicht mehr vorhanden. Die Sandgrasheide "Elgersheimer Hof" ist sehr stark zugewachsen. Die Sandrasen sind dort nur noch in Fragmenten vorhanden.

Sandgrasnelkenrasen

Bis auf Restbestände im Maintal östlich Haßfurt verschwunden.

Sandackerfluren

An der Nordspitze des Steigerwalds wertvolle Restvorkommen.

Wintergrünreiche Wälder

Restbestände zwischen Main und Steigerwald.

Die Sande im **Regnitz-Rednitz-Becken** verzeichnen in den Talauen erhebliche Flächenverluste durch Bebauung, Landwirtschaft etc., im Bereich der waldbestandenen Dünenbereiche des südlichen und östlichen Beckens vor allem durch Verfüllung und Aufforstung.

Offensande, Silbergrasfluren

Kaum mehr im Kontakt zu älteren Sandrasen erhalten, meist nur temporär auf Abschiebungen oder Abbaustellen.

Reife Silbergrasfluren mit *Helichrysum*

Bis auf eine einzige Restfläche in einem Schutzgebiet verschwunden.

THERO-AIRION-Bestände

Temporär auf Abschiebungen, Reste auf überweideten Sandrasen und ruderalisierten Abbaustellen.

Sandgrasnelkenrasen

Wenige eutrophierte Flächen entlang der Talgründe auf Hutungsresten und älteren Ackerbrachen, kleinstflächige Rumpfbestände da und dort.

Sandackerfluren

Kontakt-Komplexe von Sandrasenresten und Brachäckern oder von Sandrasenfragmenten mit Kiefern-Altholzbeständen sind nur noch sehr zerstreut anzutreffen, konzentriert im Weihergebiet um Röttenbach.

Wintergrünreiche Wälder

Durch Abbau weitgehend vernichtet.

Weißmoos-Kiefernwälder

Noch größere Bestände auf den Flugsanddünen im Nürnberger Reichswald.

Im **Abensberger Dünengebiet** sind die Flächenverluste ebenfalls gravierend. Die noch beachtliche Größe und der Erhaltungszustand der Offenstettener und der Siegenburger Dünen im Vergleich mit vielen anderen bayerischen Sandrasen-Gebieten dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß auch in diesem Gebiet nach 1950 drastische Wertminderungen erfolgt sind. Die bis in die frühen sechziger Jahre erhaltenen Dünen-Sumpfwiesen-Kontakte (Übergänge von Silbergrasfluren zu Kopfbinsenriedern mit Vorkommen von *Orchis palustris*, nach Mitteilung von MERGENTHALER) sind vollständig zerstört worden. Der von MERGENTHALER (1958) entdeckte Wuchsort von *Pulsatilla patens* ist inzwischen vernichtet worden. *Pulsatilla vernalis* und *Helichrysum arenarium* sind nur noch in wenigen Exemplaren vorhanden und stehen kurz vor dem Aussterben.

Offensande, Silbergrasfluren

Kleinflächige Reste.

Wintergrünreiche Wälder

Im Rückgang begriffen, dennoch größte Restvorkommen Bayerns.

In den **übrigen Gebieten mit Sandrasen-Relikten** finden sich durchwegs nur noch winzige, isolierte Restflächen:

Im Bereich der **Dünenreste um Schrobenhausen-Gröbern** fanden Ende der sechziger Jahre Aufforstungen statt.

Die **Sulztaler Sande** südlich Neumarkt haben vor allem durch Aufforstungen in den letzten Jahren erheblich an Flächen verloren.

Die Sande der **Wörnitz-Terrassen** bei Wilburgstetten (Lkr. Ansbach) sind gegenwärtig bis auf kleine Reste nördlich des Flusses (BEMMERLEIN 1992, mdl.) verschwunden. Die alten Abgrabungen südlich des Flusses mit ehemals wertvollen Komplexen aus trockenen und nassen Pionierfluren sind weitgehend verschwunden, verbuscht, verfüllt oder durch besprenkelte "Wiebke"-Holzlager belegt.

Die **Brombach-Sande** sind fast vollständig durch Überstauung verloren.

Bis auf kleinste Restflächen verschwunden sind auch die Sande bei Nittenau im Regental, im Naabtal bei Kallmünz, bei Straubing sowie im Schwalbtal im Ries.

1.11.1.3 Bestandsrückgang von Charakterarten der Sandrasen-Ökosysteme

Zur Problematik der Rückgangstendenzen der Sandrasen-Charakterarten wird auf die ausführliche Besprechung ihrer Habitatansprüche im [Kap. 1.5](#) (S.44) sowie die Darstellung der Bedeutung der Sandrasen für den Artenschutz im [Kap. 1.9](#) (S.85) verwiesen. Zur Dokumentation der teilweise bestürzenden Rückgangstendenzen genügen an dieser Stelle zwei Beispiele.

Der Niedergang der Sandrasen im Rednitz-Regnitz-Becken und im Regnitzmündungs-Gebiet wird am Schicksal von *Helichrysum arenarium* in dramatischer Weise deutlich. Der Rückgang der Sandstrohlblume scheint ungebremst weiterzugehen. Die Art, früher in den Sandgebieten so häufig, daß sie in erheblichen Mengen als Teepflanze und für Trokengebinde auf den Markt kam, ist anscheinend außerhalb der im [Kapitel 1.8.2](#) genannten Vorkommen

- Stadtgebiet Aschaffenburg 1980;
- westlich, südsüdöstlich und östlich Stockstadt;
- nordöstlich Kahl (vor 10 Jahren noch zahlreich, hinter Firma Kopp);
- Kreuzwertheim Urphar, Himmelreich;
- bei Karlstadt Reste (früher auf Gemarkung "Heide" riesige Flächen, Foto MERGENTHALER);
- nach RITSCHEL westlich Gerlachshausen noch 1986;
- östlich Sommerach westlich der Waldabteilung "Spessart";
- bei Kitzingen südlich des Klosterforstes (in den 50er Jahren noch im Klosterforst);
- auf den Astheimer Sanden (Fahr noch in den 70er Jahren, heute verschwunden);
- und dem Schutzgebiet Pettstadt südlich Bamberg (eigene Beobachtungen sowie nach Angaben MEIEROTT 1992, mdl.)

auf Quarzsand im gesamten Maintal und Rednitz-Regnitz-Becken verschwunden oder am Erlöschen. Lediglich die wohl zumindest einem anderen Ökotyp angehörenden Populationen im Jura scheinen nicht derart akut gefährdet. Heute befinden sich die bedeutendsten Bestände von *Helichrysum arenarium* in Bayern auf den Dolomitknockheiden der nördlichen Fränkischen Alb (vgl. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen, Kap. 1.12.9).

Der Rückgang der *Jurinea*-Grasheiden ist noch dramatischer und endete fast mit ihrem völligen Verschwinden. Der Schwund im letzten Rückzugsgebiet, dem Mittleren Maintal, wird durch die VOLL-MANN'schen (1914) Fundortsangaben zu Silberscharten-Vorkommen im Mittleren Maingebiet eindrucksvoll dokumentiert. Von ehemals mindestens 13 *Jurinea*-Fundorten auf den Sanden am Mittleren Main blieben nur diese zwei (beide auf MTB 6127/1) erhalten! Die durch ADE (1942) dokumentierten Vorkommen um Alzenau sind ebenso erloschen wie jene um Wertheim.

1.11.2 Zustand

In diesem Kapitel wird die gegenwärtige Zustandsbeschaffenheit der Sandrasen und -fluren in Bayern behandelt. Es erfolgt ein Überblick über die Gesichtspunkte der **Größe und Vollständigkeit** der Sandrasen, ihrer Beeinträchtigung durch **Brache** und **Eutrophierung** sowie ihrer **Intaktheit**.

1.11.2.1 Größe und Vollständigkeit der Sandrasen-Ökosysteme

Der im vorigen Kapitel dargestellte Flächenrückgang um 95% verursachte drastische Verkleinerungen und Zersplitterungen der Sandrasenareale.

Die Folge ist ein Anstieg der Randeffekte wie Störung oder Immission, welche auf kleineren Flächen stärkere Auswirkungen zeigen als auf größeren. Außerdem bewirkte der immense Flächenverlust und die Zerstückelung ehemals größerer Flächen den Ausfall einzelner Komponenten der Sand-Ökosysteme:

- Für einzelne Organismen (Brachpieper, Blauflügelige Sandschrecke, z.T. Wiedehopf) wurden dabei in zahlreichen Fällen die Minimalgrößen der Habitate unterschritten, in welchen sie sich erfolgreich zu reproduzieren vermögen.
- Auch empfindlichen Vegetationstypen, wie flechtenreiche Halbschlußrasen, wurden die veränderten Bedingungen (z.B. Wegfall wenig betretener Winkel und Kernflächen) oft zum Verhängnis.

Der Verlust der Vollständigkeit der gebietspezifischen Vegetationskomplexe ging für die verbleibenden Restflächen selbstredend mit dem Verschwinden von Nischen einher; die Folge ist die Verarmung der nischenspezifischen Fauna durch Verlust der Lebensräume.

Der durch die Flächenschrumpfung bedingte Anstieg der Abstände zwischen den einzelnen Sandra-

sen verringerte den Vernetzungsgrad zwischen ihnen erheblich. Erschwert wird der Austausch zwischen den Flächen zusätzlich durch den weitgehenden Verlust der alten Triftwegverbindungen längs der Terrassenhangkanten. Insbesondere konservativere Organismengruppen sind davon betroffen, aber selbst die migrationsfreudigen Sand-Pionierarten vermögen stark isolierte Flächen kaum noch zu finden, bei zu geringer Flächengröße auch kaum noch dauerhaft zu besiedeln. Ein wichtiger Effekt der vielfältigen Zerschneidungen ist außerdem die Trennung ursprünglich benachbarter Biozöosen, deren eingespielte Wechselwirkungen heute nur noch rudimentär ausgebildet sind und deshalb auch bei der Untersuchung vermeintlich intakter Gebiete kaum aufscheinen.

Als Beispiel genannt sei der ehemals vielerorts enge, dynamische Kontakt der Sandterrassen mit den Weichholzauen in den Überschwemmungsbereichen der Flüsse. Diese sind heute, wenn sie noch existieren, in der Regel durch Straßen und weite landwirtschaftliche Flächen von den Sandrasenvorkommen getrennt. Ein Blick in die Liste der sandbesiedelnden Bienen der Roten Liste Bayerns (Kap. 1.5.2.3.3, S.59, und Kap. 1.9, S.85) zeigt deutlich, daß viele von ihnen zwar in Lockersanden brüten, jedoch ausschließlich die Weidenarten der Aue als Pollenquellen für ihre Brut benutzen und daher essentiell auf diesen Kontakt angewiesen sind. Die Auswirkungen der durch Sandabbau oder Abschieben von Industriebrachen temporär neuentstehenden Pionierassen als Trittsteine auf das oben skizzierte Verbundsystem sind zwiespältig:

- Verbesserungen des Bildes dürften bestenfalls im Bereich der Besiedler von Silbergrasfluren und ruderalisierten Sandrasen zu erwarten sein;
- ältere, durch heute fehlende Nutzung zu stabilisierende Vegetationstypen treten in solchen Bereichen nur ausnahmsweise auf. Die genannten temporären Sandrasenvorkommen bewirken also eine Verbreiterung der Bestandsbasis für die pflanzlichen und tierischen Pioniere innerhalb der Sandrasen-Ökosysteme. Konservativere Organismengruppen profitieren hingegen kaum von solchen Ereignissen.

1.11.2.2 Brache

Nur ausnahmsweise werden heute die noch vorhandenen Sandrasenflächen in einer Weise genutzt, die mit der traditionellen Nutzung, die für Entstehung und Erhalt der Flächen verantwortlich war, Ähnlichkeiten aufweist. Die meisten Flächen liegen heute brach oder werden lediglich unregelmäßig genutzt. Die dadurch verursachte Sukzessionsdynamik führt zu mehr oder weniger tiefgreifenden Veränderungen der Sandrasen. Die Folgen sind:

- Verbuschung und Verwaldung alter Allmend-"Heiden", sandiger Terrassenkanten und aufgelassener Abbaubereiche durch Gehölzpioniere. Wichtigste Pionierholzart in Sandrasengesellschaften ist die Kiefer, die in ausbreitungsgünstiger Lage geradezu flächig aufwachsen kann,

daneben Birke sowie in Wärmegebieten die besonders problematische Robinie, bei deren Beteiligung die völlige Veränderung des Unterwuchses hin zu Brombeer- und Brennesselbeständen erfolgen kann. Auf frischeren Standorten sind auch Salweide, Faulbaum etc. beteiligt. Zunehmende Bedeutung gewinnt auch die sich weithin einbürgernde Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*) (siehe auch Besprechung der Problemarten im Kap. 2.2).

Der Ausfall der Beweidung und Brennholzentnahme auf den alten Weideflächen und Triftwegen hat auch dort, wo die Allmenden nicht aufgeforstet oder überbaut wurden, zu tiefgreifenden Veränderungen im Vegetationsgefüge hin zu staudenreichen Gebüschern geführt. Wegen oft schon Jahrzehnte zurückliegender Auffassung stellen sich viele ehemalige Sandrasenkomplexe heute als lückige Eichen-Kiefernwäldchen mit nur mehr inselförmigen, wegbegleitenden oder randlichen Resten von Sandrasenvegetation dar. Diese sind den Randeinflüssen besonders ausgesetzt!

- Abbau durch Gras-Polykormone, Brombeerbestände oder ruderale Staudenfluren in reicherem oder frischerem Abschnitten wie Abbausohlen mit "erdfrischen" Sanden, Abholzungsbereichen mit Rohhumusresten etc. Welche abbauenden Arten zum Zuge kommen, ist wegen unterschiedlicher Substrateigenschaften, klimatischer Einflüsse und Nachbarschaftswirkungen recht unterschiedlich, weshalb hier auf Kap. 2.2 verwiesen wird.
- Eroberung von Sandflächen durch vordringende *Ericaceen* und Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*) in übershirmten Bereichen, insbesondere auf magerem Substrat in Waldrandlage und auf Leitungstrassen. Die Besiedlung erfolgt bevorzugt an Stellen mit Nadelstreuanfall. Neben dem Vorrücken der *Ericaceen* und der Drahtschmiele am Waldrand auf breiter Front ist daher heute auch die inselartige Auflösung der Sandfluren durch diese Arten von Gehölzanflügen aus zu beobachten.

1.11.2.3 Eutrophierung

Bis auf junge Abgrabungsbereiche in Waldgebieten weist der größte Teil der heutigen Sandrasen Schädigungen durch Eutrophierung auf. Dünger- und Spritzmitteleintrag von benachbarten landwirtschaftlichen Nutzflächen verändern die Konkurrenzverhältnisse tiefgreifend und beeinflussen Arteninventar und Sukzessionsgeschwindigkeit. Dies macht keineswegs vor Schutzgebietsgrenzen halt.

Am stärksten von Eutrophierungen betroffen sind naturgemäß die Randbereiche der Sandrasen. Je kleiner mithin die Rasenfläche ist, desto größer ist der entsprechend beeinträchtigte Flächenanteil. Besonders kleine, linienförmige Sandrasen mit Bedeutung als Siedlungshabitat für Sandfauna sind daher besonders empfindlich gegen Nährstoffeinträge von außen.

Die meist geringe Größe der Sandrasenflächen bedingt, daß bei der Mehrzahl in der Regel die gesamte Fläche von unbeabsichtigten Immissionen wie Düngereinwehungen betroffen ist. Dies trifft für die gasförmigen Immissionen aus der Luft ohnehin zu.

1.11.2.4 Intaktheit

Der Nachweis von "Intaktheit" von Sandrasen im Sinne von wohlausgebildeten, durch bestandsstabilisierende Nutzung geprägten und weder durch Bracheerscheinungen noch durch Eutrophierung beeinträchtigten Beständen der verschiedenen Sandrasentypen ist heute kaum mehr möglich.

Dies gilt nicht in erster Linie für die "reine" Zuordenbarkeit von Beständen zu verschiedenen Pflanzengesellschaften, ein Maßstab, der ohnehin den Makel einer willkürlichen "Schachtelung" und subjektiven Präferenz trägt. Auch die Auswahl von Musterflächen, welche als Maßstab dienen könnten, fällt angesichts der Flächenbilanz heute zunehmend schwerer. Die Ergebnisse anderer Bundesländer mit großen Sandgebieten, wie etwa Brandenburg, sind wegen der abweichenden klimatischen und sonstigen Rahmenbedingungen ebenfalls nicht ohne Vorbehalt übernehmbar.

Ein Ansatz ist hier wiederum der Vergleich der von HOHENESTER vor 1960 erstellten, repräsentativen Aufnahmen der unterschiedlichen Sandrasentypen in Nordbayern mit den Verhältnissen heute. Das Ergebnis ist eindeutig: An den alten Aufnahmestellen HOHENESTERs, die aktuell noch Sandrasenbestände aufweisen, ist in allen Fällen ein tiefgreifender Qualitätsverlust unübersehbar. An den wenigsten der wiedergefundenen Stellen könnten heute noch Aufnahmen gemacht werden, die von Anzahl, Ausbildung, Fläche oder Arteninventar her den vor etwas über 30 Jahren gemachten Vegetationsaufnahmen gleichkämen.

Es muß demnach davon ausgegangen werden, daß die gravierenden Flächenverluste der Sandrasen in den letzten Jahrzehnten mit Veränderungen auf den Restflächen einhergingen, die als Degradation oder Qualitätsverlust bewertet werden müssen. **Die vorliegenden Befunde sprechen dafür, daß wirklich intakte Sandrasen-Ökosysteme in Bayern heute nicht mehr vorhanden sind.**

1.11.3 Gefährdung

Die Flächenbilanzen, Verinselungen und Qualitätsverluste der Sandrasen-Ökosysteme lassen den Schluß zu, daß der Ökosystem-Typ in Bayern neben bestimmten Kalkmagerrasen-Typen wie Gipshügel, Niederterrassenschotterheiden oder Jungmoränenheiden (vgl. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen"), kontinental geprägten Stromtal-Streuwiesen und hydrologisch völlig unversehrten Hangquellmooren (vgl. LPK-Band II.9 "Streuwiesen") **den am stärksten gefährdeten Lebensraum** darstellt. Noch schlechter als die Sandrasen-Ökosysteme stehen in Bayern lediglich oligotrophente Seeufer-Pionier-Lebensgemeinschaften (u.a. *Deschampsietum rhen-*

anae) und Salzwiesen da, die jedoch in Bayern schon immer auf wenige Stellen beschränkt waren. Die Sandrasen-Ökosysteme haben dagegen jahrhundertlang das Bild ganzer Landschaften geprägt.

1.11.3.1 Gefährdung durch klassische Rückgangsursachen

Die Mehrzahl der Sandrasentypen fällt unter den rechtlichen Schutz des Bayerischen Naturschutzgesetzes (Art. 6d, Abs. 1). Danach "bedürfen Maßnahmen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung, nachhaltigen Störung oder Veränderung des charakteristischen Zustands der [...] Mager- und Trockenstandorte führen können, der Erlaubnis."

In der Praxis fiel bis in jüngste Zeit die Abwägung zwischen Naturschutzbedeutung und öffentlichem Interesse häufig zu Ungunsten der Sandrasen aus. Zu beobachten ist immer wieder das Dilemma bei der Durchsetzung des rechtlichen Schutzes der Sandrasen-Ökosysteme gegenüber älteren bereits genehmigten Planungen (siehe auch Kap. 1.11.3.2 und 1.11.3.3).

1.11.3.2 Gefährdungen infolge der Rahmenbedingungen

Bannwald

Zahlreiche bewaldete Dünengebiete, die sich früher als Mosaik von Triftwegen, Sandrasen, bäuerlichen Entnahmestellen darstellten, unterliegen heute z.B. aus Wasser- und Erosionsschutzgründen einer Bannwaldverordnung.

Eine der wichtigsten Ursachen für heute stattfindende Aufforstungen beim Sandabbau entstandener Offensandbereiche sind die Bannwaldverordnungen, die nach Beendigung des Eingriffs die erneute Begründung von Wald innerhalb kürzester Zeit auf der Fläche fordern, wobei dies zumeist durch Pflanzung geschieht. Dadurch wird die Gelegenheit verschenkt, die heimischen Pionier-Lebensgemeinschaften durch Sukzession zum Aufbau eines naturnahen, standortheimischen Waldtyps zu benutzen und damit den Vorwaldarten verlorenes Terrain wenigstens in jenen Forstbereichen zurückzugeben, in denen von ertragreichem Waldbau ohnehin keine Rede sein kann.

Die Bannwaldverordnungen haben für die Fortexistenz der Sandrasen-Ökosysteme folgende schwerwiegende Konsequenzen:

- Pflegebedürftige Offenbereiche wie alte Hutungen, Rasenreste und Triftwege können nicht wieder in Beweidungskonzepte eingebunden werden (Verbot der Waldweide);
- Versuche, durch Streuhieb auf Teilflächen dem Rückgang flechtenreicher Waldausbildungen Einhalt zu gebieten, sind von der Erlaubnis der Forstdienststellen abhängig. Diese Erlaubnis wird zumeist nicht gewährt, wenn das betreffende Gebiet als Bannwald ausgewiesen ist;
- Naturschutzkonforme Renaturierungskonzepte abgebauter Sandgrubengebiete, wie Offenhalten von Teilflächen oder natürliche Sukzession,

konterkarieren die Verpflichtung, diese Bereiche innerhalb von 3 Jahren wieder aufzuforsten.

Ältere Planungen

Besonders in aufgedüngtem Zustand oder nach längerer Brache bieten sich Sandäcker in einem Zustand dar, der sie als nicht schutzwürdig erscheinen läßt. Nach ihrer Aufnahme als Baugebiet in den betreffenden Bebauungsplan wird gewöhnlich der Humus abgeschoben. In alten, lange in Kultur befindlichen Sandgebieten entsteht nun in kurzer Zeit ein Mosaik aus verschiedenen Ausbildungen der Silbergrasfluren, Sandäcker und Nelkenhaferbestände, die bei andauernder Brache in Initialstadien der Sandgrasnelkenfluren übergehen können. Solche Bereiche sind in der Regel den eutrophierten Restbeständen von Fläche und Magerkeit her klar überlegen. Versuche von Verbänden und Naturschutzbehörden, sie in entsprechende Schutzkonzepte einzubinden, scheitern jedoch meist an der älteren Planung.

Beispiele für solche Konfliktbereiche sind die *Helichrysum*-Sandrasen bei Stockstadt, die durch weiter ins Gelände vordringende Industrieanlagen stark gefährdet sind, die inzwischen bebaute, aus Kiefernwald hervorgegangene Industriebrache bei Speickern im Lkr. Nürnberger Land oder der Börsting bei Bamberg.

Verkehrswegeplanung

Durch Baumaßnahmen verschiedenster Art entstehende, sandige Böschungen weisen oft verblüffend hochwertige Artenkombinationen auf kleinster Fläche auf. Sie sind neben ihrer Exposition hinsichtlich Immissionen besonders durch gärtnerische Behandlung wie Meliorisierung, Ansaat und Strauchpflanzung bedroht.

Dies geschieht leider auch dort, wo an sich durch flachere Böschungsführung, Belassen des angestammten Substrats und freie Sukzession bei allenfalls einschüriger Mahd bei Bedarf wertvollste Sekundärstandorte für unsere heimische Pionierfauna und -flora geschaffen werden könnten. Die wertvollen Sandböschungen südlich Schweinfurt mit *Androsace septentrionalis*-Vorkommen oder die Autobahnkreuze und Böschungen im Reichswald östlich Nürnberg geben einen Eindruck von dem Potential wider, das diese Sekundär-Standorte aufweisen können.

1.11.3.3 Gefährdung durch bestehende Vorrangnutzung Sandabbau

Die Neubildung von offenen Sandflächen und Pionierflächen geschieht heute in besonderem Maße über industrielle Trocken- und - an Main und Regnitz - auch Naßbaggerungen. Wegen der verbreiteten Folgenutzungen wie Verfüllung mit Fremdmaterial, Aufforstung oder landwirtschaftliche Nutzung zählt der Sandabbau zu den Nutzungsformen mit der stärksten flächenreduzierenden Wirkung von Sandlagerstätten (siehe auch Kap. 1.11.1, S.95, sowie LPK-Band II.18 "Kies-, Sand- und Tongruben").

Verhängnisvoll wirkt bei der Folgenutzung von Sandgruben zusätzlich der Verfüllungsdruck, wie er

vor allem in der Nähe von Ballungsräumen zu beobachten ist. Die Verfüllung der Sandgruben mit Aushubmaterial bewirkt eine tiefgreifende Standortveränderung durch Einbringung von schluffigen und tonigen Bodenbestandteilen sowie eine oft drastische Verbesserung des Nährstoffangebots. Vielfach bilden derartige Verfüllungen die Voraussetzung für eine ertragsorientierte Holznutzung, so daß sie vom Forstwart nicht ungern gesehen werden. Zugleich wird der vormalige Sandstandort irreversibel zerstört und für Organismen der Sand-Ökosysteme unbesiedelbar gemacht.

Zahlreiche Sandvorkommen sind im Regionalplan als "Vorranggebiete Sandabbau" ausgewiesen. Davon sind sogar Gebiete wie das Sanddünen-Areal bei Haid betroffen, das zum Zeitpunkt des Abbaus hochwertige Sandrasen, Winterlieb-Kiefernwälder mit *Chimaphila umbellata* und flache Sandgruben mit *Juncus capitatus*-Beständen aufweist.

1.11.3.4 Gefährdung durch Freizeitnutzung

Faunistisch und floristisch wertvolle Sandrasen-Gebiete lassen sich kaum erhalten, wenn sie für die Bevölkerung eine zu große Attraktion darstellen und nur ungenügende Lenkungsmaßnahmen ergriffen werden. Ein Beispiel in Süddeutschland ist das von der Artenausstattung vielleicht wertvollste Sandrasen-Gebiet, der Mainzer Sand in Rheinhessen.

In Bayern leidet u.a. der Truppenübungsplatz Hainberg bei Fürth an zu großen Besuchermengen. Die Palette erstreckt sich vom Spaziergänger mit oder ohne Hund über den Jogger und Badebesucher mit Grillausrüstung bis hin zum Mountain-Biker, Motorradfahrer oder gar bis vor kurzem noch genehmigten Cross- und Rallye-Veranstaltungen.

Als Beispiel für eine Schädigung, die nicht sofort ins Auge fällt, mag die Belastung durch Reiterei im bewaldeten Dünengebiet zwischen Altdorf und Leinburg im Osten des Nürnberger "Reichswaldes" dienen. Das Waldgebiet ist von einer ganzen Kette von Mietreitställen umgeben. Unter weitgehender Meidung der geschotterten Forstwege finden sich Scharen von Hobby-Reitern über mehrere Einfallwege in diesem Waldgebiet ein. Der tiefe Tritt der schweren Tiere verwandelt schmale Saumpfade ebenso wie autobreite Fahrwege in grundlose Lockersandstreifen, die in ganzer Breite auf 20 bis 30 cm Tiefe staubig getreten werden, ohne daß die Flächen sich zwischendurch wieder konsolidieren können. Die Reiter nutzen die Wege stets in voller Breite, da an den randlichen Grasstreifen offenbar sicherer Tritt erhofft wird. Der Ausfall der betroffenen Sandwege als Siedlungsraum für sandsiedelnde Organismen wie Grabwespen, Wildbienen, Sandlaufkäfer und Ameisenlöwen erfolgt nahezu vollständig. Negative Auswirkungen auf die Ziegenmelkerpopulationen durch Störung des an den Waldrändern stattfindenden Brutgeschehens finden durch den ungelentkten Reitsport ebenfalls statt. Als Todesfälle fungieren die berittenen Lockersandwege auch für die im Gebiet reichlich vorhandenen Kreuzkröten, die sich solche Wege gern als Tagesversteck zum Eingraben aussuchen und als zertrete-

ne Kadaver enden. Besonders beliebt ist auch das Hinabreiten der im Gebiet vorhandenen riesigen, bis 40 m hohen Sandböschungen am Rand der großen ehemaligen Sandgruben, welche die letzten großen *Sphingonotus*-Bestände Bayerns beherbergen. Die Erholungsnutzung gilt heute als die zweitwichtigste Ursache des allgemeinen Artenrückgangs in der BR Deutschland (vgl. SUKOPP 1982). Gerade in Sandrasen wird die akute, starke Gefährdung zahlreicher Arten durch den Erholungsbetrieb ganz entscheidend mitverursacht. Man studiere die Trampelpfad-Netze in den Halbschluß-Sandrasen mit Silberscharten (*Jurinea cyanooides*)-Vorkommen auf dem NSG Astheimer Sand! Es ist durchaus zu befürchten, daß diese stattliche und prachtvolle Sandsteppenpflanze durch Freizeitaktivitäten in Bayern ausgerottet wird.

1.11.3.5 Gefährdung durch Eutrophierung

Als indirekte, jedoch sehr wirksame und ernstzunehmende Gefährdung werden in den zu kleinen, nur scheinbar "sicheren" Sandrasen-Schutzgebieten schleichende Eutrophierungen beobachtet.

Leider sind von diesem Vorgang die von ihrer Artenausstattung her wertvollsten süddeutschen Sandrasen-Gebiete wie der Mainzer Sand und das NSG Pferdstriebdüne bei Sandhausen (BREUNIG 1989, mdl.) betroffen. Nicht zu übersehen sind die Eutrophierungsschäden auch im Innern (!) des Astheimer Sandes bei Volkach und des Hainbergs bei Nürnberg/Fürth. Auf die Eutrophierungsproblematik wird deshalb ausführlich in diesem Band eingegangen (siehe Kap. 2.3.2).

2 Möglichkeiten für Pflege und Entwicklung

Kapitel 2 dieses Bandes unternimmt eine Sichtung und Darstellung der Pflege- und Entwicklungsmöglichkeiten für Sandrasen-Lebensräume, wobei der Schwerpunkt auf die Erläuterung der kausalen Zusammenhänge gelegt wird. Empfehlungen zur "Pflege- und Entwicklung" werden nicht gegeben. Soweit es sich aus den kausalanalytischen Überlegungen und Schlußfolgerungen ergibt, wird in diskussionsartigen Unterkapiteln ausgeführt, welche Pflege- und Entwicklungsziele bei welchen Maßnahmen sich überhaupt verfolgen lassen und für welche dies nicht zutrifft.

Kapitel 2 ist in sechs Unterkapitel unterteilt. Zunächst werden die verschiedenen Pflegemöglichkeiten auf ihre Auswirkungen hin dargestellt. (Kap. 2.1). Diese "Reaktionsanalyse" wird für Lebensgemeinschaften vorgenommen, die sich den Sandrasen und Sandfluren zuordnen lassen.

Anschließend erfolgt eine Darstellung der Geschehnisse, die sich bei Brache von Sandrasen-Lebensräumen ereignen (Kap. 2.2, S.120). Die Beschreibung und die Kausaldarstellung der bei Brache ablaufenden Sukzessionsprozesse bilden das Schwerpunktthema dieses Kapitels.

Das dritte Kapitel (Kap. 2.3, S.131) beschäftigt sich insbesondere mit Veränderungen, die sich bei Einwirkungen von Störungen ergeben. In ihm wird das für Sandrasen zentrale Problem "Eutrophierung" behandelt. Darüber hinaus werden Störwirkungen dargestellt, die sich aus dem Freizeitbetrieb ergeben. Anfangs wird die Aufforstung der Brache gegenübergestellt.

Das vierte Kapitel (Kap. 2.4, S.135) stellt Pufferungsmöglichkeiten vor. Wie wirksame Pufferungen der gegen Nährstoffeinträge empfindlichen Sandrasen beschaffen sein können, wird dort ausgeführt.

Das fünfte Kapitel (Kap. 2.5, S.137) steht in einem engen Zusammenhang mit Kapitel 2.1. Bei "Wiederherstellung und Neuanlage" wird jedoch von Biotop-Typen ausgegangen, die sich eindeutig nicht oder nicht mehr als Sandrasen ansprechen lassen.

Das sechste Kapitel (Kap. 2.6, S.149) stellt die Problematik "Vernetzung und Biotop-Verbund" in Beziehung auf Sandrasen dar. In ihm wird herausgearbeitet, wie ein "Sandrasen-Biotop-Verbund-System" grundsätzlich beschaffen sein muß.

2.1 Pflege

(Bearbeitet von N. Meyer und B. Quinger)

Sandrasen sind als weitgehend anthropogene Lebensgemeinschaften durch regelmäßige Nutzung geprägt und verursacht. Findet keine Nutzung (auf Gewinnung

wirtschaftlich verwertbarer Güter ausgerichtet) oder Pflege (hier steht im Unterschied zur Nutzung der Erhalt des Lebensraums im Vordergrund) mehr statt, so ist die Fortexistenz der Sandrasen in Frage gestellt.

Die Pflegeformen lassen sich zunächst in "Traditionelle, magerrasenprägende Nutzungsformen*" (Kap. 2.1.1, S.105) und in "Weitere Pflegeformen" (Kap. 2.1.2, S.112) trennen. Die Unterscheidung richtet sich im wesentlichen danach, ob die Phytomasse der Sandrasen zu Nutzungszwecken abgeführt wird oder nicht (vgl. BÖHNERT & HEMPEL 1987: 3 f.). Zur ersten Gruppe zählen die **Beweidung**, wobei die **Schafbeweidung** die gängigste Beweidungsform auf Sandrasen bildete, daneben jedoch auch **Beweidungen** mit **Ziegen** und **Rindern** vorkamen. Darüber hinaus kann als weniger verbreitete regionale Spezialnutzungsform die **Grünland-Ackerland-Wechselnutzung** genannt werden.

Entbuschungen, **Materialentnahmen** und **Abflämmen** gehören zwar zu den traditionellen Bewirtschaftungsformen der Sandrasen, lassen sich jedoch nicht wie die Schafbeweidung als magerrasen-prägende Nutzung im obigen Sinn bezeichnen. Sie werden daher in Kap. 2.1.2 (S.112) besprochen. Dasselbe gilt für die **Mahd**, die -im Unterschied etwa zu den Kalkmagerrasen- auf Sandrasen kaum ausgeübt wurde. Zumindest die typischen Sandrasen-Ausbildungen eignen sich nicht zur Heugewinnung. Ebenso werden im Kapitel 2.1.2 die Möglichkeiten besprochen, inwieweit sich die **Windverhältnisse** in einer für das Fortbestehen der Sandrasen günstigen Weise **beeinflussen** lassen.

In Kapitel 2.1.3, S.116 erfolgt schließlich eine vergleichende Diskussion darüber, welche Ziele sich mit den in den Vorkapiteln 2.1.2 und 2.1.3 vorgestellten Pflegeformen überhaupt anvisieren lassen. Generell zur Pflege von Sandrasen ungeeignete Pflegeverfahren werden ausgeschieden.

2.1.1 Traditionelle, magerrasenprägende Nutzungsformen

2.1.1.1 Beweidung

(Bearbeitet von N. Meyer)

Nahezu alle größeren Sandrasen Bayerns sind **Hutungsrelikte**. Die Wiedereinführung eines Triebweide-Managements mit genügsamen Schaf- und Ziegenrassen kommt der traditionellen Nutzung nahe. Die offenen Sandrasen in Bayern** verdanken letztendlich der Schafbeweidung ihre Existenz. Regional, etwa in der Oberpfalz und in Unterfranken

* Die "Traditionelle Bewirtschaftung" von Sandrasen-Lebensgemeinschaften ist einer präzisen Reaktionsanalyse, die für die Pflegepraxis verwertbare Erkenntnisse liefert, nur schwer zugänglich. Sie stellte einen Faktorenkomplex aus verschiedensten Nutzungen dar, der eine empirisch-kritische Auswertung nicht zuläßt.

** In der nordwestdeutschen Tiefebene spielt nach JECKEL (1984) auch die Beweidung mit Rindern eine bedeutsame Rolle.

(Kleinwallstadt/Lkr. Miltenberg, siehe Kap. 1.11) spielt extensive Rinderweide bei der Entstehung von Magerrasen auch auf Sandstandorten eine größere Rolle.

2.1.1.1.1 Auswirkungen der Beweidung

Die Beweidung wirkt durch Verbiß, Tritt und Eutrophierung über die Kotablagerung auf Bewuchs und Fauna ein. Die Auswirkungen sind dabei abhängig von der Art der verwendeten Tiere, der Anzahl der Tiere pro Fläche (Besatzdichte), ihrer Verweildauer, dem Zeitpunkt des Auftriebs, der Hütform (Triebweide, Koppelweide, Standweide, Pferchung) und dem Ernährungszustand der Tiere.

2.1.1.1.1.1 Allgemeine Auswirkungen auf Pflanzen- und Tierwelt

A) Schafbeweidung

Die Beweidung wirkt nicht gleichmäßig auf die ganze Fläche, mäßige bis normale Beweidung und eine gewisse Flächengröße einmal vorausgesetzt. Man wird auf beweideten Flächen, im Gegensatz etwa zur Mahd, kaum zwei Probeflächen finden können, auf welchen die Auswirkungen der Beweidung genau gleich sind. Dabei hat der Zufall in Form des genommenen Triftwegs oder die Verweildauer pro Tier und Teilfläche, ebenso aber strukturelle oder reliefbedingte Beweidungshindernisse für das Maß der tatsächlichen Tritt- oder Bißwirkung auf einzelne Individuen oder Strukturen erhebliche Bedeutung.

Zudem ist die Empfindlichkeit vieler Organismen in verschiedenen Zeitabschnitten ihrer Entwicklung oft so unterschiedlich, daß eine Beweidung, die zu einem Zeitpunkt zu starkem Bestandseinbruch einer Art führt, zu einem anderen Zeitpunkt bei derselben Art keinen merklichen Einfluß auf die Bestandsgröße nimmt.

Das auf Weiderasen so über längere Zeiträume entstehende **nischenreiche Mosaik von Fliesen unterschiedlicher Beweidungswirkung** ist eine der Stärken der Beweidung gegenüber den meisten übrigen Pflegeformen.

Die Darstellung solcher Wirkungskomplexe gestaltet sich schwierig. Zudem ist die Anzahl, Größe und Habitatvarianz der Sandrasen-Ökosysteme in Bayern, die noch regelmäßig beweidet werden und damit zur Gewinnung entsprechender Daten geeignet sind, recht gering. Auch die Vergleichsmöglichkeiten zwischen Weideflächen verschiedener Nutzungsintensität und benachbarten, unbeweideten Flächen sind in den meisten Fällen kaum gegeben. Es leuchtet daher ein, daß bisher kaum Untersuchungen zu den genannten Fragestellungen vorliegen.

Zweifellost ist es aber möglich, eine Anzahl von Pflanzen- und Tierarten zu benennen, die offensichtlich zu den Nutznießern der Beweidung zu zählen sind oder die andererseits durch Beweidung in besonderem Maße in ihrer Konkurrenzfähigkeit beeinträchtigt sind. Die nachfolgend dargestellten Tendenzangaben fußen in erster Linie auf Beobachtungen im Gebiet des

Standortübungsplatzes Hainberg und weiteren durch Schafe beweideten Flächen.

• Flora

Durch Beweidung gefördert werden in erster Linie solche Pflanzen, die besonders gering unter Tritt, Verbiß und Eutrophierung leiden oder dadurch gefördert werden oder deren Konkurrenz gegen diese Wirkungen von Beweidung benachteiligt ist. Ferner werden manche Arten im Fell oder Kot der Weidetiere verbreitet. Die einzelnen Arten weisen dabei oft mehrere entsprechende Anpassungen auf.

Tritt fördert:

- Arten, welche den mechanischen Schaden durch Quetschung mit nachfolgender Austrocknung gut vertragen:
 - Stabile Horste oder Rosetten, an deren Polstern aus lebender und toter Blattmasse die Hufe abgleiten, sodaß die empfindlichen Wachstumszonen geschützt sind, wie beim Echten Schafschwingel, Haar-Schwingel und Rauhen Schwingel (*Festuca ovina* agg.);
 - Scheinbar ungeschützte Pflanzen wie die Bruchkraut-Arten (*Herniaria glabra* und *H. hirsuta*);
 - Pflanzen mit unterirdischen oder tief liegenden Depots für Reservestoffe und vegetativer Vermehrung wie Arten mit unterirdischen Ausläufern, die durch Tritt noch zum Austrieb angeregt werden wie beim Kleinen Sauerampfer (*Rumex acetosella* agg.);
 - Pflanzen mit Pfahlwurzeln, die der direkten Tritteinwirkung entzogen sind und nach erfolgtem Trittschaden die eher trittempfindlichen Rosetten unter Verzweigung wieder ersetzen, wie bei der Sandgrasnelke (*Armeria elongata*), der Gewöhnlichen Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*) oder dem Stolzen Heinrich (*Echium vulgare*);
 - auf Bestandslücken, Lockersand oder Offenbodenstellen angewiesene Arten der offenen Pionier-Sandrasen wie das Silbergras selbst oder der Frühjahrs-Spörgel (*Spergularia morisonii*);
 - niedrige oder sonstwie konkurrenzschwache Arten, Lückenkeimer und Therophyten wie der Frühe Ehrenpreis (*Veronica verna*), Hungerblümchen (*Erophila verna*), Vogelfuß (*Ornithopus perpusillus*), Reiherschnabel (*Erodium cicutarium*), Vergrüßmeinnicht-Arten (*Myosotis ramosissima* und *M. stricta*) oder Fünfmänniges Hornkraut (*Cerastium semidecandrum*). Auch einjährige Gräser wie die Fuchsschwingel- (*Vulpia spec.*) und Nelkenhafer-Arten (*Aira spec.*), die auch als Pioniere offener Sandflächen in Erscheinung treten, sind in lückig getretenen Sandrasen gut vertreten und oft an solchen Stellen angereichert. Brache Grasnelkenrasen weisen hingegen bis auf Sonderstrukturen wie Böschungen keine Lücken mehr für solche Arten auf.
- Zur kombinierten Wirkung von Tritt und Eutrophierung siehe unten.

Zu trittempfindlichen und -begünstigten Pflanzenarten siehe auch [Kapitel 2.3.3.1.1](#), S.134).

Verbiß fördert:

- ähnlich wie der Tritt solche Arten, die mechanischen Schutz dagegen aufweisen. Hier sind wieder die Horstgräser aus der Schafschwingel-Gruppe (*Festuca ovina* agg.) zu nennen, auf Sand insbesondere Echter Schafschwingel, Haarschwingel und Rauher Schwingel, daneben auch das Zierliche Schillergras (*Koeleria macrantha*). Sie sind kaum ausreißbar, durch harte Blätter mit Scleroderm-Schichten und oft auch Büschel alter, abgestorbener Blattmasse geschützt;
- Arten, die Bestandslücken zu ihrer Entwicklung benötigen. Es werden durch den offenhaltenden Verbiß die gleichen Artengruppen der Therophyten gefördert wie durch die Entstehung solcher Bestandslücken durch den Tritt der Weidetiere (siehe oben).
- Arten, die sich durch Läufer vermehren können. Sie sind dadurch im Vorteil gegenüber Konkurrenten, welche auf ausreifende Diasporen angewiesen sind, die abgefressen werden können. Beispiele sind Kleiner Sauerampfer (*Rumex acetosella* agg.) und Hasenbrot (*Luzula campestris*).
- Arten, die durch Holzigkeit, Stacheln, Geruch, Geschmack oder Giftigkeit verschmäht werden und so als Weideunkräuter angereichert werden. Zu ihnen gehören viele Lippenblütler wie Sandthymian (*Thymus serpyllum*) oder Arznei-Thymian (*Thymus pulegioides*), Disteln allgemein, die Gewöhnliche Hundszunge (*Cynoglossum officinale*), aber auch Gehölze wie Rosen, Schlehen oder Brombeeren.

Eutrophierung fördert:

- in Locker- und Offensandbereichen zunächst bereits vorhandene, stickstofftolerante Arten wie Kleiner Sauerampfer (*Rumex acetosella*), Ehrenpreis-arten (*Veronica verna*, *dillenii*, *arvensis* und *praecox*) oder Silber-Fingerkraut (*Potentilla argentea*), aber auch die Fuchsschwingel (*Vulpia spec.*). Gern treten auch Arten der Sandäcker wie Borstenhirse (*Setaria spec.*), Bauernsenf (*Teesdalea nudicaulis*), Reiherschnabel (*Erodium cicutarium*) und Bluthirse (*Digitaria spec.*) und einjährige Ruderalarten zu den übrigen Pionieren hinzu und vermögen sie bei starker oder wiederholter Nährstoffzufuhr zu verdrängen. Bei geringem Beweidungsdruck vermögen die neophytischen Nachtkerzenarten (*Oenothera spec.*) große Bestände aufzubauen. Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum*), Kleine Brennessel (*Urtica urens*) und Gänsefußbestände kennzeichnen stark eutrophierte Standorte in Schafweiden.
- In Trittbereichen fördert die Eutrophierung zuerst Arten der THERO-AIRION-Fluren, bei höherer Trittbelastung trocken-tolerante Trittzeiger wie Wegerich-Arten (*Plantago spec.*), Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) oder Vogelknöterich (*Polygonum aviculare*, insbesondere *Polygonum arenastrum*), außerdem Ruderalarten aller Art.
- In geschlosseneren Beständen kommen Arten der Fettwiesen und Intensivweiden wie Schaf-

garbe (*Achillea millefolium*) und Kammgras (*Cynosurus cristatus*) zur Dominanz, die in mageren Beständen kein Auskommen finden. Daneben werden an Lägern, Tränkstellen etc. Eutrophierungszeigern wie Brennessel, Ampferarten etc. Ansiedlungsmöglichkeiten geboten.

Zur Eutrophierung siehe auch [Kapitel 2.3.2](#) (S.131) mit Hinweisen zu weiteren Arten der verschiedenen genannten, durch Eutrophierung geförderten Pflanzengruppen.

Verbreitung durch Transport im Filz des Schaffells finden mit besonderen Klett-Vorrichtungen versehene Pflanzen, welche aber auf Sandrasen, abgesehen von mehreren Trespens-Arten wie der Tauben Trespel (*Bromus sterilis*) und der Dach-Trespel (*Bromus tectorum*), keine größere Rolle spielen.

Durch Beweidung geschädigt oder zurückgedrängt werden hingegen Pflanzenarten, die empfindlich gegen Tritt, Verbiß oder Eutrophierung sind. Benachteiligt sind auch solche, die gern gefressen werden oder sich vorwiegend generativ fortpflanzen.

Besonders **empfindlich gegen Tritt** sind vor allem Moos- und Flechtenteppiche. Während geringer Tritt noch durch Erzeugung von Bruchstücken und Bodenverwundungen zur Neuansiedlung sowie vegetativer Vermehrung einigermaßen bestandsneutral wirkt, führt stärkerer Tritt zur Zerstörung der brüchigen Flechten-Lager z.B. der Gattungen *Cetraria*, *Cornicularia*, *Peltigera* und *Cladonia* bis hin zur Zerstörung der Halbschlußstadien, in denen diese angereichert sind.

Trittschäden erleiden weiterhin saftreiche, fleischige Arten, wie das schon erwähnte Kleine Knabenkraut (*Orchis morio*), das als frühblühende Art durch Beweidung zwischen April und Juni oder ab Ende August nach Austrieb der weideempfindlichen Winterrossetten geschädigt wird. An diesem Beispiel wird auch die Bedeutung der Beweidungszeit deutlich, da Beweidung im Juli und August bestandsneutral wirkt.

Empfindlich gegen Verbiß und Tritt sind unter den bestandsbildenden Grasarten die Aufrechte Trespel (*Bromus erectus*), die in Brachen von Sandgrasnelkenrasen in Ober- und Unterfranken erhebliche Deckungsanteile erreichen kann und in beweideten Beständen spärlich ist oder fehlt. Das Zarte Straußgras (*Agrostis tenuis*) und der Rotschwingel (*Festuca rubra*) sind ebenfalls nur mäßig trittresistent und gehen bei Beweidung zurück. Thymiane (*Thymus serpyllum* und *pulegioides*) sind ebenfalls trittempfindlich. Sie werden andererseits wenig verbissen, reichern sich daher besonders in unterbeweideten Rasen an und prägen so auf den dort hoch aufragenden, kaum zertretenen Hügeln der Rasen-Ameisen das Bild.

Als Sonderfall muß die Beweidungsempfindlichkeit der Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*) gelten, die durch leichte Ausreißbarkeit wegen schwacher Verwurzelung mit wenigen, dünnen Wurzeln begründet ist. Eine gewisse Neigung der Art, kleine

Polykormone auf Offensubstrat zu bilden (Stockstadt), scheint nur bei geringem Beweidungsdruck zuzutreffen.

• Fauna

Analog zur Flora werden Arten oder deren Stadien **gefördert**, die weder direkt noch über ihre Fraßpflanzen oder Habitatstrukturen geschädigt werden.

Direkt gefördert wird über den Erhalt der warmen, lückigen Bestandsstruktur etwa die Blauflügelige Ödlandschrecke. Sie toleriert durch ihre Beweglichkeit offenbar selbst intensive Beweidung und verschwindet mit dem Rasenschluß. Vergleichbares gilt für weitere Heuschreckenarten der offenen Habitate, deren Habitatansprüche insgesamt ohnehin eher struktur- und klimaorientiert sind, etwa *Corthippus brunneus* oder *Myrmeleotettix maculata*.

Sandsiedler, welche Bodenverletzungen bestimmter Bodendichte benötigen wie viele Wildbienen, sind auf Weidetritt angewiesen. Sogar Besiedler senkrechter Substratwände können auf "Mikro-Steilwänden" in abgetretenen Böschungsbereichen siedeln.

Pflanzenfresser, wie Zikaden, Heuschrecken oder Wanzen, können durch frisch nachwachsendes Grünmaterial gefördert werden. Ameisen werden durch mäßige Beweidung gefördert (Ausbildung von Buckelfeldern mit Thymianarten).

Indirekt gefördert werden Tierarten, für die durch Beweidung geförderte Weideunkräuter Wohn- oder Futterpflanzen darstellen, wie gewisse Wildbienen mit Bedarf an hochsommerlichem Blütenangebot in dann schon stark abgedürzten Sandrasen.

Eine **Sonderform** der Förderung durch Beweidung ist die enge Bindung koprophager Arten an Schaf- und sonstigen Weidetierkot.

Beeinträchtigt werden hingegen wenig mobile Organismen, die direkt durch Verbiß oder Tritt Bestandseinbußen erleiden oder deren Futterpflanzen bzw. Nektarquellen heruntergefressen werden. So kann das Abweiden beispielsweise einer Larven-Fraßpflanze zur Unzeit zu Bestandseinbrüchen wertvoller Faunenbestandteile führen, indem im Extremfall Futterpflanze samt Jungrauen abgefressen wird. Betroffen sind beispielsweise Minierfliegen und Schmetterlinge. Auch Wanzen, die zum Saugen auf junge Früchte angewiesen sind, können auf Beweidung negativ reagieren.

Eine weitere temporäre Form der Beeinträchtigung stellt die Frühjahrsbeweidung für bodenbrütende Vogelarten dar. Die Heidelerche ist von April bis Juni anfällig für Störungen durch Beweidung, der Brachpieper durch intensive Beweidung in der 2. Maihälfte.

Als Gegenstück zur Förderung von Sandsiedlern durch Tritt kann die Schädigung von Wohnröhren der Lockersand-Siedler schon bei geringem Beweidungsdruck oder die aller Sandsiedler bei übermäßigem Tritt gelten. Zur Verhinderung des Bruterfolges ist dabei keine Zerstörung des Baus erforderlich; oft genügt allein die Veränderung des Eingangsreliefs, um das Wiederfinden zu verhindern.

B) Rinderbeweidung

Sandrasen-Lebensräume i.e.S. werden gegenwärtig in Bayern nirgendwo mit Rindern beweidet. Bei Kleinwallstadt (Lkr. MIL) existiert jedoch ein mehrere Hektar großes Streuobstgebiet am Hang mit Flugsandaufgabe mit einer sandrasen-artigen Bodenvegetation, die durch eine fünfzehnköpfige Rinderherde zweimal pro Jahr für jeweils eine Woche beweidet wird. Die Fläche präsentiert sich noch nahezu optimal mit Vorkommen von gefährdeten Sandarten wie *Teesdalia nudicaulis* und *Armeria elongata* sowie vielen Sand-Wildbienen. Nach Auskunft von HARTLAUB (1991, mdl.) sind im Landkreis extensiv durch Rinder beweidete Streuobstbestände auf Sand vorhanden, in denen neben *Orchis mascula* auch die in Unterfranken nur isoliert vorkommende *Botrychium lunaria* auf offenen, durch den Tritt freigelegten Stellen vorkommt.

2.1.1.1.2 Verbißwirkung verschiedener Weidetiere

Die Auswirkungen von Verbiß auf die Artenzusammensetzung hängt bei den Pflanzenarten ganz generell stark von Zeitpunkt und Dauer der Beweidung ab. Die Wirkung auf die Zusammensetzung der Fauna findet direkt durch Fressen von Futter- oder Habitatpflanzen, indirekt durch Änderung des Bestandsklimas über die Vegetationshöhe sowie Nahrungsverknappung für Phytophagen oder Blütenbesucher statt. Im einzelnen unterscheiden sich Weidetiere wie Schafe, Ziegen, Rinder und Pferde deutlich in ihrer Verbißwirkung:

Schafe weisen ein breites Futterpflanzenspektrum auf und verbeißen die Vegetation tief, das heißt bis in Bodennähe, und selektiv. Während stachelige, harte, giftige, aromatische oder bittere Pflanzen (etwa Disteln, Gehölze, Hundszunge, Lippenblütler) verschmäht werden und als "Weideunkräuter" selektiv unterbeweidet werden, werden wohlschmeckende Gräser und Kräuter gern gefressen und überproportional verbissen. Gehölze werden erst in größerem Umfang angenommen, wenn grasige und krautige Futterpflanzen etwa bei starker Sommerdürre nicht zur Verfügung stehen.

Ziegen fressen neben den üblichen Weidepflanzen mit Vorliebe auch Blätter, Zweige und Rinde von Gehölzpflanzen sowie Disteln etc., gelten jedoch andererseits als sehr genäschig, fressen also bei reichlichem Angebot sehr selektiv. Wegen des Gehölzrückbisses sind sie zum Hintanhalten von Verbuschungstendenzen geeignet.

Wegen ihrer Eignung zum Rückbiß von Gehölzaufwuchs und Weideunkräutern wie Disteln etc. war truppweises (5-10 Tiere) Mitführen von Ziegen in größeren Schafherden zwecks Erleichterung der Weidepflege früher durchaus üblich, während größere Anteile oder eigene Herden an den Schwierigkeiten beim Hüten und Pferchen der agilen, neugierigen Tiere scheitern.

Rinder weiden die Vegetation, bedingt durch ihre abweichende Freßtechnik, nur bis 2 cm über dem Boden ab, allenfalls werden einzelne Pflanzen aus-

gerissen. Nicht gefressen wird die Vegetation, die an den Kotstellen gedeiht. Geilstellen anderer Tiere werden jedoch beweidet. Gehölze werden von Rindern noch weniger zurückgebissen als durch Schafe.

Pferde verbeißen wesentlich tiefer als das Rind und sind in der Lage, Flächen bis zum Kahlfraß abzuweiden. Sie meiden ihre eigenen Geilstellen, fressen jedoch diejenigen der Rinder begierig ab.

2.1.1.1.3 Trittwirkung verschiedener Weidetiere

Im allgemeinen wirkt Weidetritt auf die Krume verdichtend. In Hanglagen und bei Trockenheit, besonders bei sandigen, leichten Böden, findet auch ein Lockertreten und damit eine Förderung der Wind- und Wasser-Erosion statt, zumindest aber entstehen offene Bodenstellen. Hinzu kommt noch der direkte Tritt auf die Pflanzen, den diese je nach Art, Trittwicht, Jahreszeit und Bodenfeuchtigkeit unterschiedlich gut vertragen. Die Trittwirkung der einzelnen Weidetierarten ist ebenso wie die Verbißwirkung unterschiedlich:

- **Schafe** und **Ziegen** verdichten gewichtsbedingt den Untergrund (abgesehen von Engpässen auf den Triftwegen o.ä.) mit ca. ein bis vier cm Wirkungstiefe relativ gering, betreten ihn aufgrund ihrer höheren Bewegungsaktivität jedoch öfter. Entstehende Krumenverletzungen begünstigen konkurrenzschwache Pflanzenarten durch Schaffung von Keimbetten, bei geringer Beweidung jedoch auch Gehölzanflug. Terrassenbildung durch horizontale Pfade in Hanglage ist deutlich geringer als bei Rindern. Durch Verdichtung bestehender Erdanrisse ist sogar erosi-onshemmende Wirkung nachgewiesen.
- **Rinder** übertreffen zumindest als erwachsene Tiere in ihren Trittwirkungen die vorgenannten Arten bei weitem. Verdichtungen wirken hier bis in 10-15 cm Tiefe (LUTZ 1990). Bei Rindern besteht durch die ihnen eigene, ungleiche Trittverteilung die Tendenz zur Entstehung von Trampelpfaden mit Trittpflanzengesellschaften oder ohne Bewuchs, in Hanglage zur Ausbildung von "Viehtreppen". Saftreiche Pflanzen wie Orchideenarten werden durch Rindertritt besonders beeinträchtigt.
- **Pferde** weisen durch ihre Größe und die Hufeisen den bei weitem schärfsten und tiefsten Tritt auf.

2.1.1.1.4 Eutrophierungswirkungen durch verschiedene Beweidungsformen

Generell erfolgt durch Beweidung ein Nährstoff-austrag aus der Fläche, sofern außerhalb der Magerweiden Pferchungen erfolgen. Die Umlenkung der Düngerwirkung des Kots der Weidetiere auf die Ackerfläche ist ja gerade der Mechanismus, der zur Entstehung der Magerweiden geführt hat. Tagsüber wird nur ein Teil des anfallenden Kots auf der Fläche abgegeben. Bei traditionellen Hütformen in Stallnähe erfolgte das Gros der Kotabgabe im Stall, bei

Triftweide im Nachtpferch. Teile der auf dem Weg abgegebenen, geringeren, Mengen wurden gelegentlich von Hand gesammelt.

Während Rinder, Schafe und Ziegen ihren Kot gleichmäßig verteilen, neigen Pferde zur Kotablage an bestimmten Plätzen. Geilstellen durch Kot derselben Tierart werden gewöhnlich gemieden, solche anderer Weidetiere oft gern aufgenommen, weshalb gelegentliche Mischbeweidung oder Weideviehwechsel die Weidepflege erleichtern kann.

Durch örtliche Kotanhäufung auf der Weidefläche verursachte Geilstellen mit abweichendem Bewuchs stellen in Extensivweidebereichen ein eigenständiges Strukturelement dar.

Wird durch Koppelhaltung in Standweide die Weidefläche gleichmäßig verkotet, so führt dies langfristig zu flächiger Eutrophierung mit Verschiebung der Vegetationszusammensetzung und Abnahme der Artenzahl der Lückensiedler und Magerkeitszeiger, nachfolgend entsprechend zur Artenverarmung der Fauna. Die nachhaltigste Schädigung der Vegetation erfolgt bei Nachtpferch auf der Fläche.

Die durch Nachtpferch erfolgende flächige Verkotung bewirkt

- kurzfristig eine erhebliche "Verfettung" des Standorts, die noch jahrelang, besonders aus der Entfernung an der dunkleren Farbe aller Pflanzen erkennbar ist;
- eine Verdrängung der magerkeitsliebenden Lücken-therophyten durch nitrophile einjährige Unkräuter;
- mittelfristig in den folgenden Jahren eine Verschiebung des Gräser- und Staudenspektrums hin zu stickstoffzehrenden Arten.

2.1.1.1.5 Besatzleistung

Die Zusammenhänge werden anhand der Literatur über Schafbeweidung dargestellt, sind jedoch sinngemäß auch auf andere Weideformen übertragbar. Die Besatzleistung ist ein Maß für den Beweidungsdruck. Man versteht darunter die Weidedauer und Anzahl der Tiere pro Flächeneinheit. Sie wird wesentlich bestimmt von der Biomasseentwicklung der beweideten Fläche, die wiederum abhängig ist von:

- Jahreszeit;
- Klima und Niederschlagsmenge;
- Exposition;
- Bodenart und Nährstoffgehalt;
- der ausgebildeten Pflanzengesellschaft.

Je höher die Biomasseentwicklung ausfällt, desto mehr Tiere können auf der Fläche weiden, oder anders gesehen, eine um so stärkere Beweidung ist notwendig, um den jährlichen Zuwachs durch die Beweidung abzuschöpfen. Die Zuwachsmenge, bezogen auf feste Zeiteinheiten, variiert dabei im Jahresverlauf erheblich, was bei der Zeitpunktwahl einer Beweidung zwecks Ausmagerung berücksichtigt werden muß. Auch für die Aufstellung eines Beweidungskonzepts sind Anhaltspunkte dieser Art nützlich, weil sie die Einschätzung des zusätzlichen Flächenbedarfs etwa einer Schafherde außerhalb der

engeren Pflegeflächen zu Zeiten geringer Biomasseproduktion und damit deren ausreichende Bereitstellung erlauben. Zur Veranschaulichung dient nachfolgende Tabelle, deren Kernaussagen grob auf Sandgrasnelkenrasen übertragbar sind. Der Monat mit dem höchsten Zuwachs dürfte allerdings ähnlich wie bei den Kalkmagerrasen der Juni und nicht wie bei den modernen Wirtschaftswiesen der Mai sein.

Gleiche Besatzleistungen kann bei sehr unterschiedlichen Beweidungs-Managements erreicht werden. Beispiel: 2 Schafe, die 50 Tage auf einer Fläche fressen, erzielen die gleiche Besatzleistung wie 50 Schafe, die 2 Tage dort weiden. Die Auswirkungen sind jedoch sehr unterschiedlich:

- Kurze Beweidung durch eine große Herde erfaßt den Aufwuchs gleichmäßig und weniger selektiv, da sie in enger Formation über die Fläche zieht, die Trittwirkung ist geringer.
- Längerfristige Beweidung durch wenige Tiere bringt stärkere Selektion und stärkeren Tritt, da die Tiere auf der Suche nach schmackhaften Pflanzen öfter über die Fläche laufen.

Normalbeweidung erfolgt, wenn eben der jährliche Zuwachs an Biomasse abgeschöpft wird. Sie wahrt durch die Schonung der Produktivität der Weidefläche die Nachhaltigkeit der Nutzung. Dies ist gerade im Zuge der Pflege von Flächen, die durch Immission oder Verbrachung Eutrophierungseffekten unterliegen, nicht immer erwünscht. Nachfolgend deshalb zur Abwägung der Ergebnisse eine Zusammenstellung der Auswirkungen sehr scharfer Beweidung einerseits und flüchtiger Beweidung andererseits.

- Scharfe Beweidung mit überhöhtem Besatz oder über längere Zeiträume führt zu einem Rückgang der Produktivität der Fläche. Durch die Überbeweidung verringert sich die Biomasseentwicklung unter das eigentlich am Standort mögliche Maß, es entstehen Vegetationslücken. Längere Überweidungsdauer bewirkt Rückbiß beweidungsempfindlicher Pflanzen, ebenso von Gehölzen, Anreicherung von Weideunkräutern und Ausbildung von Störstellen an den Lagerplätzen. Generell gilt: je stärker die Beweidung, desto artenärmer die Fläche.

- Flüchtige Beweidung, also durch wenige Schafe oder über zu kurze Zeitdauer, führt dazu, daß die Fläche nicht gleichmäßig heruntergebissen wird, da weniger Biomasse entnommen wird, als nachwächst. Die Folgen sind Filzbildung und Vorrücken von Gehölzen, mithin Weiterlaufen der Sukzessionsprozesse. Einzelne beweidungsempfindliche "Saum"-Arten vermögen temporär von dieser Entwicklung zu profitieren, wie die flächige "Versaumung" nicht mehr (oder nur noch durchs Rehwild) genutzter Weideflächen vor dem Dickungsschluß durch den Gehölzaufwuchs aufzeigt.

Leider liegen gegenwärtig über angemessene Besatzdichten, Besatzdauer und Besatzzeiträume zu Sandrasen keine dokumentierten Daten vor, die es erlauben würden, auf solider Grundlage Pflege-Empfehlungen zur Beweidung von Sandrasen zu vermitteln. Erfahrungen, wie eine extensive Beweidung mit Schafen vonstatten gehen könnte, fehlen leider vorläufig auch in Niedersachsen (vgl. JECKEL 1984: 143 f. und 1991, mdl.), das mit Sandrasen wesentlich reicher ausgestattet ist als Bayern.

Nach JECKEL (1991, mdl.) ist es angeraten, zweibis dreimal im Jahr eine Schafherde für höchstens einen Tag über eine Sandrasenfläche zu "treiben". Die dabei auftretenden Trittbelastungen und der relative Verbiß genügen nach JECKEL anscheinend bereits, um zur Offenhaltung der Sandrasen einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Beweidungen, die länger als zwei Tage andauern, sind nach JECKEL bis auf weiteres zu unterlassen, um Weideschäden zu vermeiden. Überall dort, wo eine Schafbeweidung wieder aufgenommen wird, sollten unbedingt Dauerflächen eingerichtet und einzelne Parzellen abgezaunt werden, um Anhaltspunkte für eine eventuelle Über- bzw. für eine Unterweidung zu erhalten und sich entsprechend darauf einstellen zu können. Besonders lohnend scheint eine zentrale Auswertung der gegenwärtig beweideten Sandrasenflächen und die Zugänglichmachung der Ergebnisse.

2.1.1.1.6 Zeitpunkt des Auftriebs

Beweidung durch Schafe während der Monate Mai, Juni und Juli führt bei ausreichender Besatzleistung in der Regel zu zufriedenstellender Entnahme der aufgewachsenen Biomasse. Andererseits befinden

Tabelle 2/1

Zuwachs an Futter und benötigte Weidefläche im Verlauf der Vegetationszeit am Beispiel einer Wirtschaftswiese (SCHLOLAUT 1988: 21)

| | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. |
|--|------|-----|------|------|------|-------|------|
| Zuwachs in %, bezogen auf den Mai (= Monat mit dem höchsten Zuwachs) | 59 | 100 | 74 | 57 | 52 | 39 | 23 |
| benötigte Weidefläche in ha, bezogen auf 1 ha Fläche im Monat mit höchstem Zuwachs | 1,7 | 1,0 | 1,4 | 1,8 | 1,9 | 2,5 | 4,3 |

sich in diesem Zeitraum zahlreiche beweidungs-empfindliche Pflanzen auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung.

Als Beispiel sei das Kleine Knabenkraut (*Orchis morio*) angeführt, das sich regelmäßig in Sandgrasnelkenrasen findet. Die frühblühende Art wird durch Beweidung im Zeitraum zwischen Anfang April und Ende Juni empfindlich geschädigt. Ab Ende August erfolgt der Austrieb der sehr weideempfindlichen Winterrosetten, so daß nur die Monate Juli und der August übrigbleiben, wo die Schafbeweidung keinen Schaden anrichtet und indirekt diese Orchidee durch Bodenöffnung, Beseitigung des Filzes usw. sogar fördern kann (BÖHNERT & HAMMEL 1988:112). Beweidung zu anderen Zeitpunkten führt zu Bestandsrückgängen des Kleinen Knabenkrauts. Analog kann das Abweiden beispielsweise einer Larven-Fraßpflanze zur Unzeit zu Bestandeseinbrüchen wertvoller Faunenbestandteile führen.

2.1.1.1.7 Bedeutung der Hütetechnik bei Schafbeweidung

Hütetechnik

Effiziente extensive Triftweide ist in erheblichem Maß von Hütetechnik und Verständnis des Schäfers abhängig. Der hervorstechendste Unterschied zur Koppelhaltung ist bei dieser Hütetechnik die Möglichkeit, Randbereiche nur sporadisch mitzubeweidern und durch eine gradientenartige Abstufung der Beweidungsintensität die typischen unscharfen, "weichen Übergänge" zwischen den Grünland- und Gehölzformationen der typischen Weidelandschaft zu schaffen.

Der Gefahr der selektiven Beweidung bei extensiver Triftweide auf großen Flächen kann durch Zusammenziehung der Herde in engem Verband entgegen gewirkt werden. Speziell vormittags, wenn die Tiere noch hungrig sind, ist auf diese Art gute, gleichmäßige Verbißintensität zu erreichen (WOIKE & ZIMMERMANN 1988: 11).

Koppelhaltung

Die allgemein verbreitete Form der Koppelhaltung mit Standbeweidung, also mit geringer Stückzahl über längere Zeiträume, weist folgende Risiken auf:

- Erhöhte Erosionsgefahr durch starke Trittschädigung der Krume;
- hoher Nährstoffeintrag durch Koten der Tiere auf der Fläche mit Konkurrenzvorteil für Arten des Wirtschaftsgrünlandes;
- Artenverarmung durch stark selektiven Verbiß.

Aus den genannten Gründen wurde Koppelhaltung in Form der Standbeweidung in Naturschutzkreisen bisher weithin abgelehnt.

Für die Pflege von Kalkmagerrasen wurde in den letzten Jahren eine andere Form der Koppelhaltung erprobt, die Umtriebsweide. Darunter versteht man die unbeaufsichtigte Beweidung umzäunter Portionsweiden mit festgesetzter Besatzdichte, wobei der Zaun, meist flexibler Elektrozaun, in re-

gelmäßigen Abständen versetzt wird. Charakteristika im Vergleich zur Standweide und Wanderschäferrei:

- Im Allgemeinen höherer Besatz bei gleichem Nahrungsangebot;
- Weidedauer meist nur wenige Tage mit längeren Erholungspausen dazwischen;
- i. d. R. gleichmäßigerer Verbiß, räumliche und zeitliche Steuermöglichkeiten;
- im Vergleich zur Wanderschäferrei geringerer Tritt;
- Schonungsmöglichkeit empfindlicher Bereiche (Orchideen bis zur Samenreife);
- Möglichkeit selektiven Verbisses in Problemzonen (Polykormone, Gehölzaufwuchs);
- Möglichkeit des Aussparens unbeweideter Randzonen als Refugien für bewegliche Kleintiere.

Inwieweit diese elegante Form der Beweidungslenkung auf Sandrasen-Ökosysteme übertragbar ist, bedarf dringend der experimentiellen Überprüfung (vgl. Kap. 5.3).

2.1.1.1.2 Pflegeeignung verschiedener Weideviehrassen

Traditionelle süddeutsche **Schafzuchten** mit den Voraussetzungen für die Haltung in der freien Landschaft (lange Beine für raumgreifenden Schritt, harte, gegen Erkrankungen unanfällige Klauen sowie nicht zu hohes Körpergewicht) sind das Merinolandschaf als alte Landrasse mit gutem Marschvermögen und recht langen Beinen, außerdem als in ihrem Bestand bedrohte Regionalrasse Nordbayerns das Coburger Fuchsschaf, das Rhönschaf und das (Bayer)Waldschaf, wobei die beiden letzteren als Mittelgebirgsrasse auf Eignung im Flachland überprüft werden müßten. Nicht rassenreine Mischherden mit verschiedenen Einkreuzungen sind weithin verbreitet. Die letzten gegenwärtig beweideten Sandrasen werden hauptsächlich -wie etwa das Truppenübungs-gelände Hainberg bei Fürth - durch Schafe beweidet.

Zwar nicht in Süddeutschland beheimatet, dafür aber traditionell auf zumindest sandrasen-ähnlichen Vegetationsbeständen eingesetzt, wurde die aus der Lüneburger Heide stammende Gehörnte Graue Heidschnucke (vgl. SAMBRAUS 1987: 104). Die Gehörnte Graue Heidschnucke war das klassische Weideschaf der nordwestdeutschen Zwergstrauchheiden der Geest-Sandgebiete. Die Zwerg-Strauchheiden waren früher mit offenen Binnendünen und Silbergrasfluren durchsetzt. Speziell zur Pflege von Sandrasen und im Kontakt dazu befindlicher Sand-Zwergstrauchheiden bieten sich ursprüngliche, genügsame Schläge der Gehörnten Grauen Heidschnucke wie wohl keine zweite zur Wahl stehende Schafzucht an. Allerdings fehlen überraschenderweise auch zu dieser Schafzucht einschlägige, dokumentierte Pflegeversuche zum Management von Zwergstrauchheiden und Sandrasen. Ähnliches gilt für das von den westfriesischen Inseln stammende Texelschaf.

An **Ziegenrasen** sind lediglich die Bunte und die Weiße Deutsche Edelziege verbreitet; andere Ras-

sen sind meist nur als Einzeltiere oder in Zierhaltung im Gebiet vorhanden.

In Gegenden mit traditioneller Rinderbeweidung der Sandfluren erfolgte diese in der Regel extensiv durch **gehütete** Rinder. Zumindest die Alttiere der heute üblichen großrahmigen Hochleistungsrassen lassen sich nicht zur Magerrasen-Pflege einsetzen, da die Futterqualität der Magerrasen hierfür nicht ausreicht (LUTZ 1990). Diese Rassen lassen sich allenfalls als Jungvieh zur Magerrasen-Beweidung heranziehen. Vielversprechende Versuche zur Regenerierung von Magerrasenbrachen gibt es mit genügsamen, zur extensiven Freilandhaltung geeigneten Rinderrassen angelsächsischer Herkunft wie Schottisches Hochlandrind, insbesondere aber Galloway (vgl. LPK-Band "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen, Kap. 2.1.1.3).

2.1.1.2 Gemischte Nutzungsformen

Es führt kein Weg an der Erkenntnis vorbei, daß ein wesentlicher Charakterzug traditioneller Nutzungsformen ihre Vielgestaltigkeit war. Gegründet auf profunde Standortkenntnis und Erfahrung hinsichtlich des Witterungsverlaufs und der daraus resultierenden Nutzungsmöglichkeiten und -zwänge wurden früher eben nicht stets "stur" dieselben Nutzungen zum gleichen Zeitpunkt vorgenommen, sondern ein gewöhnlich beweideter Sandrasen mag in nassen Jahren durch Heu- oder Streuschnitt die Verluste anderswo ausgeglichen haben oder auch gelegentlich für ein Jahr umgebrochen worden sein.

Solche Kombinationen von Nutzungen sind prinzipiell auch als Pflegeverfahren zeitlich staffelbar, also auf derselben Fläche nacheinander durchführbar. Ebenso sind räumliche Staffelungen möglich, wobei innerhalb eines größeren Kontexts die verschiedenen Nutzungen (bzw. Pflegeverfahren) auf benachbarten Flächen erfolgen.

Abfolgen, wie die Acker-Weide-Wechselnutzungen unter Obstzeilen am Untermain, können auf Dauer weder durch Mahd noch durch Umbruch oder Beweidung für sich allein in ihrem Charakter erhalten werden. "Einzelfördermaßnahmenpflege" wie beispielsweise regelmäßiger Umbruch ohne Aufdüngung kann in solchermaßen geprägten Sand-Lebensräumen lediglich als Erhaltungsmaßnahme für *Mibora minima*, *Androsace elonyata*, etc. wirken.

2.1.2 Weitere Pflegeformen

(Bearbeitet von B. Quinger)

In diesem Kapitel werden Pflegeformen und Nutzungstypen besprochen, die den traditionellen sandrasenprägenden Nutzungen nicht zugeordnet werden. Auch einige früher nur als Zwischennutzungen übliche Bewirtschaftungsformen wie die Mahd oder Entbuschung werden in dieses Kapitel eingereiht.

2.1.2.1 Mahd

Mahd stellte auf Sandrasen-Ökosystemen früher allenfalls eine gelegentlich durchgeführte Zwischennutzung dar. Sie wurde verschiedentlich als vorläu-

fige Ersatzmaßnahme anstelle von Beweidungen vorgeschlagen. So hätte sie auf geschlossenen Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen nach Möglichkeit 1x jährlich oder auch nur alle 2 Jahre in den Herbstmonaten durchgeführt werden sollen (vgl. hierzu JECKEL 1984: 143). Erste Erfahrungen haben jedoch gezeigt (JECKEL 1991, mdl.), daß die Mahd schon nach wenigen Jahren zur Arten-Verarmung der Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen führt. Die Mahd setzt vor allem den Halbsträuchern wie z.B. dem Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*) stark zu, die bei Beweidung durch den selektiven Verbiß gefördert werden. Aber auch *Sedum*-Arten und viele Lückenspioniere wie z.B. *Cerastium*-Arten, die sich in Trittsstellen gerne ansiedeln, gehen sehr rasch zurück. Dagegen werden allgemeine Magerrasen-Arten wie Rotschwingel (*Festuca rubra*) und Rot-Straußgras (*Agrostis tenuis*) gefördert. Das Ergebnis ist eine Tendenz zu relativ unspezifischer Silikatmagerrasen-Vegetation unter Zurückdrängung des angestammten Arteninventars. Auch bereits in die Sandrasen-Bestände eingedrungene Fettwiesenarten werden durch Mahd noch gefördert, solange ihr Nährstoffbedarf gedeckt ist.

Als Pflegeverfahren bietet sich die Mahd zur Bekämpfung des Land-Reitgrases und der Kanadischen Goldrute an. Nach dem phänologischen Verhalten dieser herdenbildenden Problemarten zu schließen sind bei Doppelmahd, vorgenommen im späten Juni sowie in der zweiten Augushälfte, die nachhaltigsten Bekämpfungserfolge zu erwarten. Da die Behandlung von Sandflächen, die mit *Calamagrostis*- und *Solidago*-Herden befallen sind, eher eine Renaturierungs- als eine Pflegemaßnahme darstellt, erfolgen weitere Ausführungen zur Bekämpfung von *Calamagrostis epigeios* und *Solidago canadensis* im Kapitel 2.5.1.5, S.146).

Ebenso kann an ruderalisierten und eutrophierten Stellen, an denen die Sandrasen-Vegetation bereits verdrängt ist, zweimal im Jahr gemäht werden, um Aushagerungen zu erreichen. Nähere Ausführungen zur Thematik Ausmagerung durch Mahd-Management sind Gegenstand des Kapitels 2.5.1.2.1, S.139).

Geringe Druckbelastungen des Sandbodens bei Mahd-Ausübung gewährleisten Mahd mit Motorsense oder leichten Balken-Einachsmähern.

Keine dokumentierten Erfahrungen liegen bisher zu den Auswirkungen des **Mulchens** auf Sandrasen vor. Durch den Schnitt ähnelt es in den Auswirkungen der Mahd und hält das Gelände vor Gehölzaufwuchs offen. Da das Mähgut jedoch nicht abgeräumt wird, unterbleibt beim Mulchen die für die Mahd bezeichnende Biomassen- und Nährstoffabschöpfung. Mittelfristig ist wegen des Liegenlassens des Schnittguts mit verstärkter Humusbildung im Oberboden zu rechnen. Die Humusbildung trägt gerade auf Sandböden zur Erhöhung des Sorptionsvermögens und somit zur allmählichen Aufdüngung des Standorts bei. Die bei Mahd zu beobachtende Vegetationsentwicklung hin zu unspezifischen, bodensauren Rasen und weg von Sandrasen dürfte beim Mulchen noch verstärkt zur Wirkung kommen. Langfristig ist

bei Mulch-Management die Entwicklung halbfettwiesen-artiger Rasenbestände auf Sand zu erwarten.

2.1.2.2 Entbuschungen und Abholzungen

Entholzungsmaßnahmen gelten in Sandrasen-Ökosystemen hauptsächlich der **Kiefer**, seltener auch der **Robinie**, der **Späten Traubenkirsche**, der **Birke** und der **Zitter-Pappel**.

Die Bekämpfung der **Kiefer** ist prinzipiell nicht schwierig, da sich die Fällung für das betreffende Individuum stets letal auswirkt. Ältere Kiefern können auch per Seilzug mit den Wurzeln aus der Fläche entfernt werden, ohne sie dabei befahren zu müssen. Wie bei der **Birke** ergeben sich bei der Kiefer Probleme durch das Aufkommen flächigen Aufwuchses in unzähligen Exemplaren, sofern entsprechende Samenbäume in günstiger Entfernung stehen.

Wesentlicher Gesichtspunkt ist hierbei das rechtzeitige Entfernen von Gehölzaufwuchs im mehrjährigen Turnus, da der Aufwand mit längerer Dauer erheblich ansteigt und bei erfolgter Anreicherung des Oberbodens mit Rohhumus die Entholzung allein nicht ausreicht. In den ersten Jahren gelingt die Entfernung noch durch Herausziehen per Hand, was wegen der anreichernden Wirkung des sonst im Boden verbleibenden, verrottenden Wurzelmaterials dem später notwendigen Abhacken gegenüber vorzuziehen ist.

Mit einem bloßen Abhieb allein ist ein unerwünschtes Gehölz oft nicht im Zaum zu halten, geschweige denn zu entfernen, wenn es über ein gutes Stockausschlagvermögen verfügt. Dies gilt insbesondere für Gehölze, die in der Lage sind, Wurzelsproß-Kolonien zu bilden.

Zu den am schwierigsten zurückzudrängenden und nachhaltig zu entfernenden Gehölzen auf Sandrasen gehört die **Robinie**. Ein bloßes Abschlagen der Stämme und ein einmaliges Abschneiden der Stockausschläge führen nach KOHLER (1964: 15) ebensowenig zum Erfolg wie ein Zerhacken der flachstreichenden Hauptwurzelmasse, die eine intensivierte Wurzelbrutbildung zur Folge haben kann. Zweimaliges Nachschneiden der Austriebe während der Vegetationsperiode im späten Juni und in der zweiten Augushälfte über mehrere Jahre hinweg bietet noch die beste Gewähr für einen nachhaltigen Vernichtungserfolg. Von der ebenfalls polykormonbildenden **Schlehe**, die allerdings auf Sandrasen-Brachen keine Rolle spielt, ist bekannt, daß eine derartige Vorgehensweise zu einer vollständigen Abtötung der Schlehen-Polykormone innerhalb von fünf bis sechs Jahren führt (vgl. LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen", Kap. 2.1.2.3.1). Nachschneide-Aktionen der Polykormone erfordert auch die **Zitter-Pappel**, die nach Fällung sofort Wurzelsproß-Austriebe bis in 15 Meter Abstand vom Mutterbaum bildet.

Ähnliche Schwierigkeiten wie die Bekämpfung der Robinie bereitet auch die Beseitigung der **Späten Traubenkirsche** (*Prunus serotina*) (vgl. STARFINGER 1988: 51 ff.). Ein bloßes Absägen der Bäume, ohne die Stümpfe weiter zu behandeln, führt zu

keiner nachhaltigen Schädigung dieses Gehölzes. Es stellen sich in kurzer Zeit vielfache Stockausschläge ein, die eine dichtere Schicht bilden als die Kernwüchse, noch schwerer zu bekämpfen sind, schneller wachsen und wahrscheinlich mehr Früchte produzieren. Junge Sträucher können bis zu einer Höhe von 1 bis 2 Meter in der Regel gut mit der Hand ausgerissen werden, besonders wenn Auflagehumus vorhanden ist. Zum Teil wurde hierfür in Holland ein spezielles Werkzeug eingesetzt, der "Folsche Prunusrooier" (vgl. STARFINGER 1988: 51). Eine dichte Grasschicht kann das Ausreißen sehr erschweren. Da im Boden verbleibende Wurzelreste ausschlagen können, ist diese Methode nur sinnvoll, wenn eine Nachbehandlung durchgeführt wird, sonst ist nach einigen Jahren kein Effekt erkennbar.

Ebenfalls unbefriedigend verliefen Bekämpfungsversuche mit Herbiziden wie 2,4,5-T-Ester, die Wiederholungen notwendig machten und zudem neben der Späten Traubenkirsche auch andere Laubbaumarten abtöteten.

Seit einigen Jahren werden Versuche durchgeführt, *Prunus serotina* mit dem Pilz *Chondrostereum purpureum* zu bekämpfen. Dieser Pilz ist einheimisch und lebt saprophytisch auf verschiedenen Laubbaumarten. Auf Arten der Gattung *Prunus*, sowohl Wild- als auch Kulturpflanzen, kann er auch parasitisch wachsen und die Bleiglanzkrankheit verursachen. Zur Bekämpfung der Späten Traubenkirsche wird der Pilz als "biologisches Herbizid" eingesetzt. Dazu werden die Bäume und Sträucher abgesägt und Pilzmycel auf die Schnittflächen aufgetragen. Die so behandelten Bäume sterben ab. Wiederholungen der Behandlung sind nach einigen Jahren unbedingt notwendig, um den Erfolg sicherzustellen. Sonst stellt sich *Prunus serotina* über auskeimende Samen, Stubben, Wurzelstücke oder einzelne überlebende Exemplare wieder auf der Abräumungsfläche ein.

2.1.2.3 Abflämmen

Das auf Rainen und Stoppeläckern in vielen Gegenden trotz Verbotes praktizierte Abflämmen von Altgrasfluren wurde in den frühen 70er Jahren von TÜXEN (vgl. ZIMMERMANN 1979: 449) zur Diskussion gestellt und bis in die frühen 80er Jahre auf seine Eignung untersucht (z.B. von ZIMMERMANN 1979, SCHIEFER 1981, WEGENER & KEMPF 1982). Die Untersuchungen fanden vorwiegend auf Kalkmagerrasen-Brachen, seltener auch auf Brachen von bodensauren Magerrasen statt. Sandrasen wurden in derartige Untersuchungen nicht mit einbezogen. Ganz allgemein wurden beim Abflämmen von Magerrasen folgende Ergebnisse erzielt.

- Durch Brennen erfolgt eine deutliche Selektion auf Arten mit Rhizomen, unterirdischen Ausläufern und Pfahlwurzeln. Mit anderen Worten, die am Verfilzen von Sandrasenbrachen beteiligten Problempflanzen werden durch diese Maßnahme eher gefördert. Holzpflanzen werden vielfach nur vorübergehend geschwächt.
- Geschädigt werden vor allem Rosettenpflanzen und Horst-Hemikryptophyten. Zu den nicht oder

wenig feuerresistenten Pflanzenarten der Kalkmagerrasen (vgl. LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen", Kap. 2.1.2.2) zählen eine ganze Anzahl von am Aufbau konsolidierter Sandrasen beteiligter Pflanzenarten wie Arznei-Quendel (*Thymus pulegioides*), Rot- und Schafschwingel (*Festuca rubra* und *Festuca ovina* agg.), Feld-Hainsimse (*Luzula campestris*) etc..

- Das Brennen wirkt sich ähnlich aus wie ungerichtete Sukzession (SCHIEFER 1981: 206).
- Das Flämmen führt zu einer starken, unmittelbaren Reduktion der Moosschicht (DURING 1990 b).
- Flächiges Flämmen führt bei tierischen Dauerstadien wie Insektenpuppen und Insektenlarven, die in Stengeln, Blütenköpfen und dergleichen überwintern, zu erheblichen Verlusten.
- Abbrennen kann entgegen einem weitverbreiteten Vorurteil zu Nährstoffabschöpfungen führen.

Es spricht einiges dafür, daß auf Sandrasen-Brachen mit ähnlichen Auswirkungen zu rechnen wäre. Die Bevorzugung von Rhizomgeophyten gegenüber Rosettenpflanzen und Hemikryptophyten würde in einer analogen Weise stattfinden, ebenso wären dieselben gravierenden Schädigungen der Kryptogamenschicht sowie der Überwinterungshabitate von Kleintierarten zu erwarten.

In Bayern ist das Abbrennen naturnaher Flächen nach Art. 2 Abs. 1 Bayer. Naturschutz-Ergänzungsgesetz (1962) und nach Verordnung Nr. 7879-618-23490 vom 30.07.1990 (AllMBI. Nr. 19/1990) grundsätzlich verboten.

2.1.2.4 Anlage von Pionierflächen

Früher wurden auf den weit größerflächigeren Sandrasen offene Pionierflächen durch die Schaftriftweide, bäuerliche Sandentnahme und andere Nutzungen immer wieder neu geschaffen oder sogar permanent offengehalten. Findet keine Beweidung mehr statt, so wachsen die Offensand-Stadien allmählich zu, ohne daß sie heute in ausreichendem Maße an anderen Orten neu entstehen können. Besonders rasch erfolgt das Verschwinden der Offensande, wenn durch Umräumung der Sandrasen mit Aufforstungen oder Schlagfluren die Kraft des Windes stark reduziert wird und Windanrisse an Dünen und Böschungskanten nicht mehr neu auftreten.

Das gezielte Anlegen von Pionierflächen eröffnet die Möglichkeit, dem allmählichen Verschwinden der Offensandflächen entgegenzuwirken.

Die Abräumung von Kiefernforsten erfordert - um vegetationsfreie und vegetationsarme Sande entstehen zu lassen - fast immer die Entfernung der seit der Aufforstung zwischenzeitlich entstandenen Rohhumus- und Trockenmoderauflagen. Durch Streurechen oder durch schaufelweises Abplaggen ist die Entfernung der Humusdecken nahezu voll-

ständig möglich. Das Abheben des Sandes unterhalb der Grenzschicht Humusdecke/Sandboden erfolgt bei einer derartigen Abplaggen im Handschaufelverfahren normalerweise höchstens bis in 2-5 cm Tiefe, sehr selten tiefer.

Das Streurechen begünstigt Pflanzenarten insbesondere der lichten Sand-Kiefernwälder, denen durch zunehmende Trockenmoder- und Rohhumusbildung allmählich die Existenzgrundlagen entzogen werden. Insbesondere die Kennarten der Wintergrün-Kiefernwälder (vgl. Kap. 1.4.2 und 1.4.3.7.1) profitieren davon, wenn ihnen durch Streuabrechen wieder mineralische, humusarme Sandböden angeboten werden. Auf Streurechen in den Offenstetter Dünen reagierten unter anderem die vom Aussterben bedrohten und stark gefährdeten Sand-Kiefernwaldpflanzen *Chimaphila umbellata*, *Pulsatilla vernalis* und *Diphysium complanatum* agg. positiv (vgl. Kap. 1.4.2 und SCHEUERER et al. 1991).

Das "Bodenabheben" stellt zudem eine Pflegemöglichkeit dar, stark eutrophierte Teilflächen in Sandrasen rasch zu beseitigen. Zu diesem Zweck muß der humusführende Bodenhorizont (A_h-Horizont), in dem die Nährstoffe hauptsächlich gebunden sind, abgetragen werden.

Ausgedehnte Pionierflächen können beim gewerblichen Sandabbau entstehen, die sogar den Flächenbedarf so anspruchsvoller Tierarten wie der Blauflügeligen Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleans*) (vgl. Kap. 1.5.2.3.2) und des Brachpiepers decken können. In flach abgeschobenen, sehr ausgedehnten Sandabbauen des Flutungsgebietes des Brombachspeichers befanden sich seinerzeit die wohl bedeutendsten Vorkommen der Blauflügeligen Sandschrecke in Bayern (vgl. auch PLACHTER 1985: 78).

2.1.2.5 Beeinflussung der Windverhältnisse

Durch Abholzungen können nicht nur unerwünschte Aufforstungen und Verwaldungen beseitigt, sondern auch die Windverhältnisse im Sinn der Sandrasen-Förderung gezielt beeinflusst werden. Die Steigerung von Windgeschwindigkeiten und von Verwirbelungseffekten stellt für Sandrasen-Ökosysteme einen wichtigen Erhaltungsbeitrag dar. Aufwehung von Feinsand und Abwehung von Streu sind Erhaltungsvoraussetzung der Silbergrasfluren.*

Durch eine verstärkte Tätigkeit des Windes können Böschungsanrisse, Dünenausblasungen u.dgl. neu entstehen bzw. über längere Zeiträume offen gehalten werden. Ihren Sandrasencharakter können Binnendünen auf Dauer nur bewahren, wenn sie nicht nur als vom Wind abgeschirmte kleine Lichtungen (heutiger Zustand der Siegenburger und Offenstetter Dünen!), sondern zusammen mit ihrem Umfeld offen gehalten werden.

* Nach POTT & HÜPPE (1991: 134) bewirkten die Orkane des Frühjahrs 1990 erhebliche Vergrößerungen der Flächenanteile von Sandtrockenrasen im "Borkener Paradies", einer Hudelandschaft im Emstal bei Meppen.

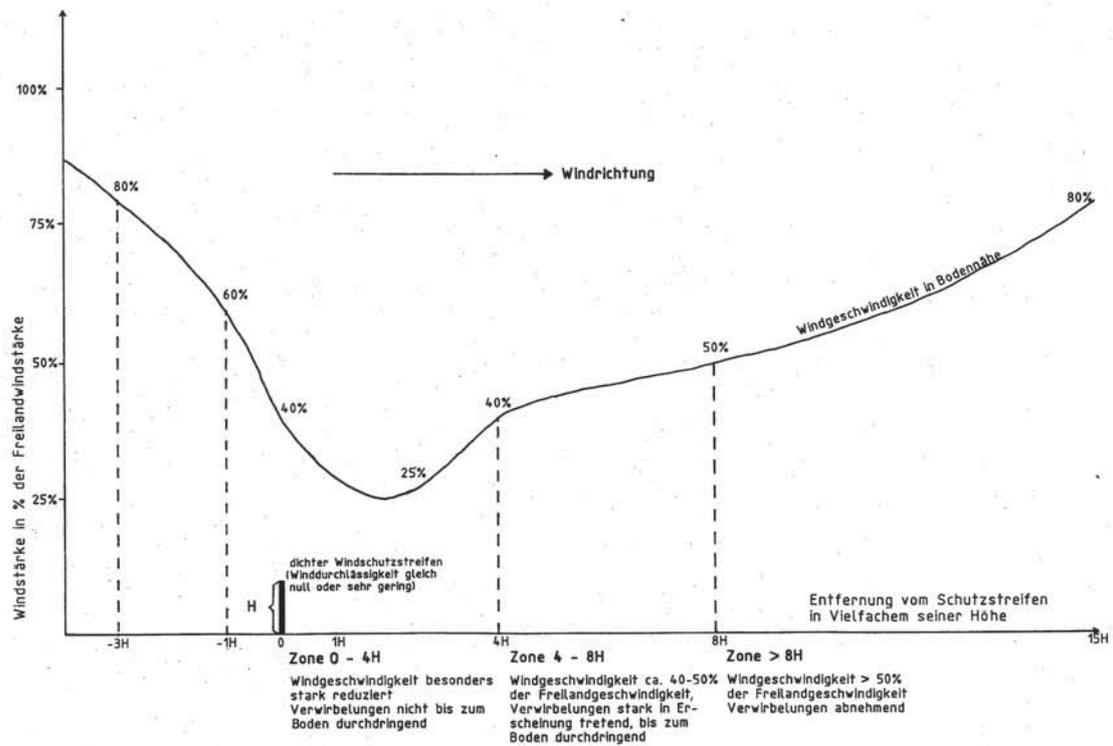


Abbildung 2/1

Beeinflussung der Windgeschwindigkeit und Erzeugung von Verwirbelungen durch dichte Windschutzstreifen (nach van EIMERN & HÄCKEL 1979)

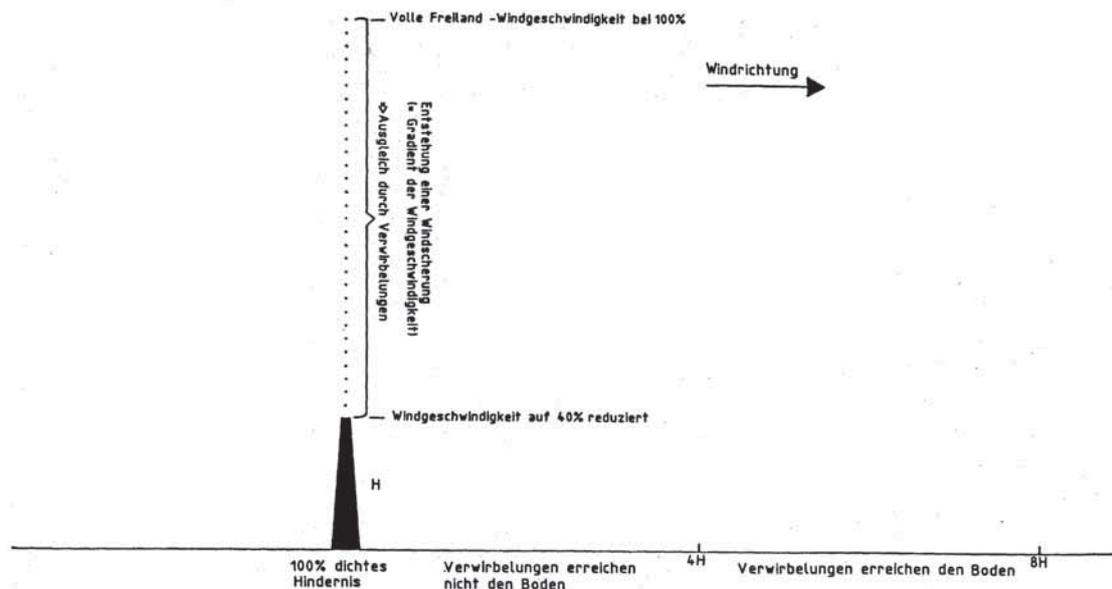


Abbildung 2/2

Entstehung der Windscherung oberhalb von Hindernissen wie Windschutzstreifen

Ein geschlossener Hochwald auf der LUV-Seite eines offenen Sandrasens wirkt wie ein dichter oder mäßig dichter Windschutzstreifen. Nach v. EIMERN & HÄCKEL (1979: 213 f.) entsteht hinter einem dichten Windschutzstreifen im Bereich von Null bis 4facher **Windstreifenhöhe** (= **H**) die stärkste windschwächende Wirkung, wobei Reduktionen bis auf 25% der Freiland-Geschwindigkeit erfolgen können. Zudem dringen in diesem Abstandsbereich die Verwirbelungsschleppen nicht bis auf den Boden vor (vgl. Abb. 2/1, S. 115).

Die Verwirbelungen sind eine Folge der Windscherung (= sehr starke Zunahme der Windgeschwindigkeit) oberhalb des Hindernisses (vgl. Abb. 2/2, S. 115).

In größeren Entfernungen erreichen die Winde allmählich wieder Freilandstärke; die Verwirbelungen treten weniger in Erscheinung. Ab 20-25 H nach dichten Hindernissen hört die windschwächende Wirkung auf. Bei einem lockeren Windschutz liegt die Zone der stärksten Windschwächung bei 4-8 H. Die Geschwindigkeit unterschreitet dabei nicht 30% der Freilandgeschwindigkeit. Bei 30-40 H wird hinter "lockeren" Hindernissen die ungeschwächte Windstärke wieder erreicht. In der Praxis bedeutet dies: Grenz unmittelbar an die LUV-Seite einer offenen Sandflur ein Kiefernforst von 20 Meter Höhe an ("Windstreifenhöhe" = 20 Meter), so ist bis auf eine Entfernung von 150 Metern (= 7,5 H) eine Rodung dieser Kiefernwälder wünschenswert, um die offenen Sandfluren wieder stärkeren Windgeschwindigkeiten auszusetzen und vor allem die oft sehr heftigen und böenartigen Verwirbelungen auf sie zu lenken.

Auch auf der Lee-Seite ist es zu diesem Zweck erforderlich, die Kiefernforsten mindestens auf das Doppelte ihrer Höhe abzuräumen; in unserem Beispiel also auf 40 Meter breite, da bereits unmittelbar vor einem Wind-Hindernis eine starke Reduktion der Windgeschwindigkeit eintritt. Bei einem Abstand von 1 H liegt sie nur noch bei etwa 60% der Freilandgeschwindigkeit, am Hindernis selbst bei ca. 40%*.

Als ergänzende Maßnahme können in Hauptwindrichtung einige Schneisen durch Kiefernforste geschlagen werden. Wird ein Windhindernis an einigen Stellen durchbrochen, so entstehen dort Düsenwirkungen, wobei sehr hohe Windgeschwindigkeiten erzielt werden können. Die Bewindung der Sandrasen kann durch geschickte Steuerung des Düseneffekts sehr verstärkt werden.

2.1.2.6 Kontrollierte Brache

Als passive Pflegemethode stellt sich das kontrollierte Brachfallen-Lassen zur Wahl. Das Brachfallen kann zunächst mit einer Erhöhung der Artenzahlen einhergehen, was den Anstieg seltener und gefähr-

deter Arten durchaus miteinschließt. Das Ausbleiben des "Pflegestreibes" kann zunächst zum Anstieg von bestimmten gefährdeten Tier- und Pflanzenarten führen, die gegen das gewählte Grundpflegerverfahren, wie zum Beispiel die Sandstrohlblume (vgl. Kap. 1.4.2) gegen Schafbeweidung, teilempfindlich sind. Günstige Entwicklungen der Populationsstärken gefährdeter Tier- und Pflanzenarten lassen sich in Brachen jedoch nur solange beobachten, als die Sukzession die Standortverhältnisse für die betrachtete Pflanzenart bzw. die Habitatstrukturen für die ins Auge gefaßte Tierart nicht in einer ungünstigen Weise verändert.

Auf Kalk-Halbtrockenrasen und bodensauren Magerrasen überlebt sich Kontrollierte Brache zumeist schon nach etwa fünf Jahren, so daß ein Abbruch der Auflassungsphase zumindest für die Durchführung einer "Zwischenpflege" geboten ist. Zu Sandrasen liegen diesbezüglich noch keine dokumentierten Erfahrungen vor. Allerdings ist bei langfristiger Anwendung der Kontrollierten Brache mit Einlegung von "Zwischenpflege" damit zu rechnen, daß die gerade für intakte Sandrasen charakteristischen Vegetationslücken allmählich verschwinden.

2.1.3 Bewertung der Pflegemaßnahmen

(Bearbeitet von N. Meyer und B. Quinger)

Die Beurteilung von Pflegemaßnahmen muß zunächst von der Klärung der Frage ausgehen, ob sie geeignet sind, den dauerhaften Erhalt des zu pflegenden Lebensraumtyps oder -typenkomplexes zu sichern. Zu den Grunderfordernissen der Sandrasen-Pflege gehören:

- 1) Verhinderung von Filz und Gehölzaufwuchs;
- 2) die Neuentstehung von Offensandstandorten;
- 3) die Verhinderung der allmählichen Aufeutrophierung.

Zum Erreichen dieser Kernziele, ohne die der Erhalt funktionsfähiger Sandrasen-Ökosysteme auf Dauer nicht zu bewerkstelligen ist, greift jedes Bewertungsschema zu kurz, das sich mit der Einteilung der einzelnen möglichen Pflegeformen in "besser - schlechter" oder gar in "geeignet - ungeeignet" zufriedengibt. In vielen Fällen wird man zur Erreichung der Pflegeziele mehrere Pflegeformen auf einer Fläche kombinieren müssen. Dies kommt nicht zufällig meist auch der traditionellen Nutzung recht nahe.

Wenn die Auswahl der Pflege auch auf die Aspekte der Landeskultur und des Erhalts typischer Kulturlandschaftsbilder abgestimmt sein soll, sind die Grund-Pflegeformen durch die gebietstypischen Traditionen landschaftsprägender Nutzungsformen bereits weitgehend vorgegeben. Es hat wenig Sinn, bestimmten Pflegemethoden pauschal den Vorzug

* Die Anlage von Kahlschlägen zur Verbesserung der Windverhältnisse kommt dem Lichtungsbrüter Ziegenmelker (vgl. Kap. 1.5.2.1) zugute!

vor allen anderen zu geben oder völlig "neue Wege zu gehen".

Ein zielführendes Vorgehen bei der Auswahl der Pflegemaßnahmen ist die Bewertung nach ihrer Eignung, jene Problemarten in Schach zu halten, die mit ihrer Ausbreitung zur Degradation oder sogar zur allmählichen Vernichtung der Sandrasen-Lebensräume führen.

Die häufige Ausrichtung von Pflegeplanungen auf das Fortkommen bestimmter seltener und wertbestimmender, oft auch attraktiver Pflanzen- und Tierarten durch gezieltes "Biotop-Management" ist zur Rettung von extrem bedrohten Restpopulationen zwar durchaus legitim und angesichts der angespannten Bestandssituation vieler Sand-Organismen auch kam zu vermeiden. Es muß jedoch sichergestellt sein, daß eine Pflege stattfindet, die auf die Erhaltung des gesamten Sandrasen-Lebensraumes abzielt.

Andernfalls besteht die Gefahr, daß kurzfristiges Ansteigen der Populationsgröße von Einzelarten aufgrund des Ausbleibens von Pflegestreuß erkaufte wird mit der mittelfristigen Veränderung der klimatischen und strukturellen Verhältnisse und damit letztlich mit dem Verlust des Lebensraumes auch für die zunächst geförderte Art.

Das Dilemma, das sich aus dem Vorkommen mehrerer stark bedrohter Arten auf einer Fläche ergibt, die in ihren Pflegebedürfnissen konträr zueinander gelagert sind, weist deutlich auf den Reliktcharakter der bestehenden Sandrasen-Ökosysteme hin. Letztlich ist der Erhalt des Gesamt-Arteninventars der Sandrasen auf kleinen Restzwickeln nicht möglich. Nur auf ausreichend großen Flächen kann das mögliche Nebeneinander der verschiedenen Stadien des örtlich möglichen Sandrasen-Kontinuums angestrebt werden.

Bei der Wertung der Pflegeformen wird die Reihenfolge der vorstehenden [Kapitel 2.1.1](#) (S.105) und [2.1.2](#) (S. 112) eingehalten.

Schafbeweidung

Die Schafbeweidung kann als wichtigste klassische Nutzungsform grundlegend wichtige Beiträge zum Erhalt der Sandrasen leisten. Zu ihrer Entstehung auf die Beweidung angewiesen sind beispielsweise die geschlossenen Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM). Darüber hinaus sorgt der Viehtritt immer wieder für Bodenverwundungen, so daß sich dem Wind neue Angriffsflächen für Sandumlagerungen bieten und so offene Stellen wie Hang- und Dünenanrisse entstehen. Ohne Beweidung setzt die Bewaldung der Sandfluren mit der Kiefer bereits auf dem Niveau der reifen Silbergrasbestände und der Halbschlußstadien ein, gelegentlich werden sogar humusarme Offensande von der Kiefer besiedelt (vgl. [Kap. 2.2.1.3.1](#), S.123). Bedeutsam ist die Beweidung vor allem auch bei der Überführung von Ackerbrachen in Sandrasen, die durch Mahd nicht zufriedenstellend gelingt.

Die Artenschutzfordernisse von ausreichendem Gehölzrückbiß bei sicherer Biomasseabschöpfung und erträglicher Trittbelastung werden wohl am ehe-

sten erfüllt, wenn die Beweidung nur kurzfristig mit großer Kopffzahl und in größeren zeitlichen Abständen erfolgt. Voraussetzung dafür sind allerdings umfassende Triftweidesysteme aus benachbarten Sandrasen mit Weidekorridoren bzw. ein kleinräumig differenzierter Weidegang innerhalb größerer Einzelflächen. Hierfür stehen die notwendigen Flächengrößen jedoch fast nirgendwo mehr zur Verfügung (vgl. [Kap. 3.4.1](#)).

Gehölzrückbiß läßt sich nicht durch Schafweide allein erzielen. Hilfreich wirkt sich das Mitführen einiger Ziegen in der Schafherde aus. Auch das Mitführen einiger Ziegen kann jedoch Weidepflege in Form von Entbuschungsmaßnahmen zumeist nicht völlig ersetzen.

Normalbeweidung erfolgt, wenn eben der Zuwachs an Biomasse abgeschöpft wird. Sie wahrt durch die Schonung der Produktivität der Weidefläche die Nachhaltigkeit der Nutzung und stabilisiert relativ artenreiche Bestände.

Scharfe Beweidung erfolgt mit sehr hohem Besatz und/oder über sehr lange Besatzzzeiten. Sie bewirkt einen Rückgang der Produktivität der Fläche und die Entstehung von Vegetationslücken. Längere Überweidungsdauer führt darüber hinaus zum Rückbiß beweidungsempfindlicher Pflanzen und Gehölze, zur Anreicherung von Weideunkräutern und Ausbildung von Störstellen an den Lagerstellen. Generell gilt: je stärker die Beweidung, desto artenärmer die Fläche.

Zu flüchtige Beweidung, die die Biomasse nicht ausreichend abschöpft, führt zu Filzbildung und Vorrücken von Gehölzen (Weiterlaufen der Sukzessionsprozesse) sowie zur temporären Förderung beweidungsempfindlicher "Saum"-Arten. Der Verbiß erfolgt ausgesprochen selektiv. Auf Dauer lassen sich mit einer derartigen Beweidung die Sandrasen nicht erhalten. Das vorsichtige Auftreiben der Schafe für höchstens 2-3 Tage dürfte zumindest für produktive Sandrasen (Sandgrasnelkenrasen) auf bereits konsolidierten, humosen Sanden gerade ausreichen. Umgekehrt können besonders weideempfindliche Arten schon durch diesen kurzzeitigen Auftrieb erheblich geschädigt werden, wie das Beispiel der Sandstrohlume (*Helichrysum arenarium*) zeigt.

Die Erzielung einer gleichmäßigen Verbißwirkung bei gleichzeitig erträglicher Trittbelastung ist gut gewährleistet bei nur kurzfristig, aber mit großer Kopffzahl erfolgreicher Beweidung in größeren zeitlichen Abständen. Diese Voraussetzungen werden gut erfüllt von Triebweide in engem Gehüt, aber auch durch Umtriebsweide, einem Typ der Koppelhaltung mit kurzer, intensiver Beweidung abgeäunter Teilflächen und Nachtpferch außerhalb der Fläche.

Inwieweit diese elegante Form der Beweidungslenkung auf Sandrasen-Ökosysteme übertragbar ist, muß noch experimentiell überprüft werden. Koppelhaltung in Form von Standweide hingegen führt wegen starker Eutrophierung und übermäßiger Trittbelastung der Flächen zu schweren Schädigungen und letztlich zum Verlust ihres Magerrasen-Charakters.

Die Wahl des Beweidungszeitraums hat wesentlichen Einfluß auf das Erreichen verschiedener Schutzziele. Beweidung durch Schafe während der Monate Mai, Juni und Juli führt bei ausreichender Besatzleistung in der Regel zu zufriedenstellender Entnahme der aufgewachsenen Biomasse. Konflikte mit dem Schutz beweidungsempfindlicher Pflanzen können durch zeitliches Ausweichen vermieden werden. *Orchis morio* etwa wird durch Beweidung von April bis Juni und ab Ende August geschädigt, während Beweidung im Juli und August vertragen wird.

Die Beweidung von flechtenreichen Sandrasen oder *Helichrysum*-reichen Beständen ist leider keineswegs unproblematisch, da sie die Sand-Strohblume empfindlich schädigen kann. Von *Helichrysum arenarium* wird "Kontrollierte Brache" mit Weideabständen von mehreren Jahren wesentlich besser vertragen als regelmäßige Beweidung.

Bewährt zur Sandrasen-Pflege haben sich genügsame Schläge des Merino-Landschafs. Besonders geeignet für die Beweidung von Sandrasen und von sandigen Zwergtrauchheiden sind mutmaßlich ursprüngliche Schläge der Grauen Gehörnten Heidschnucke, die aus der Lüneburger Heide stammt.

Für jeden, der Magerrasenpflege durch Schafweide betreiben will, ist es selbstverständlich, die Nachtpferch wegen ihrer starken Eutrophierungswirkung außerhalb des eigentlichen Pflegebereichs durchzuführen. Die Nachtpferch bewirkt auf Magerrasen gleich welcher Art Standortveränderungen und nachhaltige Beeinträchtigungen, die ggfs. nach Art. 6d1 BayNatSchG erlaubnispflichtig sind.

Beweidung mit Rindern, Ziegen und Pferden

Extensive **Rinderweide** auf sandigen Streuobstwiesen mit Grasnelkenfluren wird nach HARTLAUB (1991 mdl.) im Lkr. MIL aktuell noch praktiziert und führt zu keinen schwerwiegenden oder auffälligen Beeinträchtigungen. Die Beweidung erfolgt durch fünfzehn Rinder zweimal pro Jahr für je eine Woche auf einer mehrere Hektar großen Einzäunung (vgl. LPK-Band II.5, "Lebensraumtyp Streuobst", Kap. 2.1.1.1.2.2). Wichtig ist die Einhaltung kurzer Besatzzeiten und die Verwendung möglichst anspruchsloser, leichtgewichtiger Tiere.

Rinderweide in hoher Besatzdichte und vor allem mit langen Besatzzeiten führt hingegen zu erheblicher Degradation der Magerrasen. Die Beimischung von **Ziegen** in Schafherden zur Verstärkung des Verbisses von Weideunkräutern und besonders von Gehölzen hat sich bewährt.

Pferdestandweide wirkt per se stärker standortverändernd als die der anderen zur Wahl stehenden Weidetiere. Zur Sandrasenpflege kann die Pferdestandweide allenfalls kurzzeitig Beiträge leisten. Ältere Pferdekoppeln auf Sand zeigen (eigene Beobachtung) neben geringen Deckungsgraden auch Anreicherung mit Nährstoffzeigern, wie Borstenhirse.

Pferde sind wegen ihres vehementen Tritts und Verbisses bestenfalls als befristet eingesetzte Weidetiere vertretbar, um einen "sanften Umbruch" für dege-

nerierte, weitgehend verwachsene Sandrasen herbeizuführen. Auch kurzfristige Standweide scheint praktikabel, da Pferde dazu neigen, die Eutrophierung auf eine Stelle zu konzentrieren. Es fehlen jedoch für eine entsprechende Empfehlung Erfahrungen aus der Praxis.

Gemischte Nutzungsformen

Abfolgen wie die Acker-Weide-Wechselnutzungen unter Obstzeilen am Untermain sind auf Dauer weder durch Mahd noch durch Umbruch oder Beweidung für sich allein in ihrem Charakter zu erhalten. Bestenfalls auf bestimmte Arten abgestellte Pflegekonzepte sind mit einseitiger Pflege organisierbar, also beispielsweise regelmäßiger Umbruch ohne Aufdüngung als Erhaltungsmaßnahme für *Mibora minima*.

Mahd und Mulchen

Trotz der aktuellen Unzulänglichkeiten und Kenntnislücken, wie sich die Schafbeweidung auswirkt, ist diese zur Pflege einigermaßen intakter Sandrasen der Mahd grundsätzlich vorzuziehen.

Mahd von Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen führt schon nach wenigen Jahren zur Artenverarmung. Die Mahd drängt vor allem Halbsträucher wie z.B. Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*) zurück, aber auch *Sedum*-Arten und viele Lückenpioniere wie z.B. *Cerastium*-Arten, die sich in Trittstellen gerne ansiedeln. Dagegen werden allgemeine Magerrasen-Arten wie Rotschwingel und Zartes Straußgras sowie vordringende Fettwiesenarten wie der Glatthafer gefördert, so daß die Vegetationsentwicklung bei Mahd-Management von den typischen Sandrasen eher weg- als hinführt.

Indiskutabel und von Deckungsgrad und Wuchshöhe der Bestände her auch unsinnig ist die Mahd in Silbergrasfluren und in kryptogamenreichen, halbgeschlossenen Thymian-Sandrasen.

Bewährt hat sich die Mahd hingegen bei der Bekämpfung von unerwünschter Sukzession durch Problempflanzen (Kap. 2.2, S.120) sowie als Hochsommerschnitt zur Zurückdrängung von Eutrophierungszeigern in Bereichen erhöhten Nährstoffeintrags. Sie ist auch sinnvoll im Rahmen der Wiederherstellung von Beweidungsfähigkeit alter Brachflächen nach deren Entbuschung, verbunden mit mechanischer Entfernung des Filzes per Hand mit Eisenrechen oder mit der Drahtzinkenegge.

Mulchen unterbindet lediglich Gehölzaufwuchs, bewirkt jedoch keine Nährstoffentnahme, birgt die Gefahr des Fortschreitens von Filzbildung und fördert schnittfeste Fettwiesenarten. Es ist als Pflegemethode für Sandrasen daher ungeeignet. Dies gilt auch für die Bekämpfung an sich schnittempfindlicher Polykormonpflanzen, da diese eine besonders große Streumenge anfallen lassen.

Entbuschungen und Abholzungen

Entbuschungen und Abholzungen können nach Maßgabe der örtlichen Verhältnisse, allein schon zur Offenhaltung der Sandrasen bzw. der Aufrechterhaltung einer lockeren Bestockung in den hochwertigen Sand-Kiefernwäldern, unumgänglich sein. Ab-

holzungen und Entbuschungen reichen allerdings als Pflege der Sandrasen nicht aus, da die erforderliche Neubildung von Offensandstandorten durch das Abholzen nicht gewährleistet werden kann.

In offenen Sandfluren mit Gehölzanflug ist rechtzeitiges Entfernen von Gehölzaufwuchs im mehrjährigen Turnus notwendig, da der Aufwand mit längerer Dauer erheblich ansteigt und zudem die Humusaufgaben mitabgeräumt werden müssen, die sich mittlerweile gebildet haben. Das Entfernen ausschlagfähiger Gehölze wie Birke und Espe, besonders aber auch der Problemgehölze Robinie und Späte Traubenkirsche muß mit der Wurzel in möglichst jungem Zustand erfolgen. Zur Vermeidung des Aufkommens von Wurzelbrut ist hier die Nacharbeitung im Folgejahr besonders wichtig. Wenn des fortgeschrittenen Alters der Bäume wegen an Entfernung der Wurzeln nicht zu denken ist, kommt der entschlossenen Bekämpfung des Austriebs in den Folgejahren besondere Bedeutung zu.

Bei Entbuschungen und Abholzungen ist die frühzeitige und einvernehmliche Abstimmung mit der Staatsforstverwaltung und den Waldbesitzern besonders wichtig.

Abflämmen

Aus rechtlichen (s. Kap. 2.1.2.3, S.113) und fachlichen Gründen (wegen seiner gravierenden Nachteile wie Förderung von Rhizomgeophyten und Zurückdrängung von Hemikryptophyten, wegen der mit dem Brennen verbundenen starken Schädigungen der Kryptogamenschicht, der Zerstörung von Überwinterungshabitaten von Kleintierarten) scheidet das Abflämmen als Pflegemethode für Sandrasen-Lebensräume aus. Über die zweifelhaften Auswirkungen auf die Sandrasen-Lebensräume hinaus ist es zudem mit erheblichen Durchführungsproblemen behaftet (vgl. Kap. 3.4.1.4).

Anlage von Pionierflächen

Die Anlage von Pionierflächen bietet sich vor allem im Zusammenhang mit Neuschaffung und Wiederherstellungsmaßnahmen an.

Nach Abholzen von Kiefernwäldern auf Sand müssen zur Neubildung von vegetationsfreien Sandstandorten die Humusdecken durch Streurechen oder durch schaufelweises Abplaggen vollständig entfernt werden. Sofern das Abrechen und das Abplaggen im Handschaufelbetrieb stattfindet, werden sich naturschutzbezogene Bedenken gegen eine solche Maßnahme (Auszehrung der Sandvorräte, Zerstörung geomorphologischer Strukturen) nur selten ergeben (z.B. bei extrem flachgründigen Flugsanddecken). Allerdings ist mit einem sehr hohen Arbeitsaufwand und hohen Kosten zu rechnen.

Ein Abheben des Oberbodens ist zur Anlage von Pionierflächen im Bereich von stark eutrophierten, humosen Vollschlußrasen oder Staudenfilzen zu empfehlen, um die angesammelten Nährstoffvorräte wieder zu entfernen. "Abbauwürdig" sind Sandrasen, in denen sich eutraphente Wiesengräser wie der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und das Knäuel-

gras (*Dactylis glomerata*) stark ausgebreitet haben. Zu diesem Zweck muß der humusführende Bodenhorizont (A_h-Horizont), der bis in 10 cm Tiefe reichen kann, abgetragen werden.

Überall dort, wo durch gewerblichen Sandabbau bereits die geomorphologischen Strukturen wie Dünen zerstört sind und der Geotop-Wert (vgl. LPK-Band II.15 "Geotope") nur noch als gering anzusetzen ist, kann die Gewinnung von Pionierflächen durch Abbaumaßnahmen aus Naturschutzsicht solange prinzipiell gutgeheißen werden,

- als nur ein flachgründiger Abbau (allenfalls 10-20 cm) erfolgt,
- sich bei einem "Tiefergraben" in dieser Größenordnung keine Substratänderungen ergeben und
- dies auf mächtigen Sandlagerstätten (mindestens 1-2 Meter mächtig) geschieht.

Streurechen kann zur Förderung wertvoller, gefährdeter Arten wie *Chimaphila umbellata*, *Pulsatilla vernalis* und *Diphysium complanatum* agg. unzugänglich sein. Das Anlegen großer, flacher Sandabbauere kann zum Fortbestehen von Populationen der Blauflügeligen Sandschrecke und des Brachpiepers entscheidend beitragen.

Beeinflussung der Windverhältnisse

Die Erhöhung der Windgeschwindigkeiten, die in Sandrasen-Lebensräumen wirken, kann einen wesentlichen Beitrag zur Belebung der Sand-Umlagedynamik bilden, von der zahlreiche Sandrasen-Organismen begünstigt werden. Dieselbe Wirkung können Verwirbelungen entfalten, die auf Sandrasen gelenkt werden. Diese Wirkungen können z.B. durch Zurücksetzen von Kiefernwald-Barrieren erreicht werden, die wie Windschutzstreifen wirken.

Mit negativen Begleiterscheinungen ist allerdings zu rechnen, wenn mit dem "Düsenwind" und den "Verwirbelungen" Luftmassen den Sandrasen zugeleitet werden, die stark mit Aerosolen, Herbizidtröpfchen und dgl. von landwirtschaftlichen Intensivkulturen angereichert sind.

Pflanzung und Rodung von Waldteilen erfordern die Abstimmung mit dem zuständigen Forstamt und den Grundbesitzern.

Kontrollierte Brache

Als Pflegeform tritt- oder verbißempfindlicher Bereiche wie flechtenreicher Sandrasen oder Vorkommen der Sand-Strohblume ist die kontrollierte Brache von Teilflächen zweckmäßig. Allerdings ist mit dem Rückgang der Vegetationslücken in den Teilflächen zu rechnen, auf denen die kontrollierte Brache praktiziert wird.

Auf Kalk-Halbtrockenrasen und bodensauren Magerassen hat es sich bewährt, nach ca. fünf Jahren die Brachephase zu beenden und zumindest ein Jahr "Zwischenpflege" einzulegen.

2.2 Ungelenkte Entwicklung / Brache

(Bearbeitet von B. Quinger, mit Beiträgen von N. Meyer und M. Bräu)

Wie im Grundlagenteil bereits ausführlich dargestellt, handelt es sich bei den offenen Sandfluren des mitteleuropäischen Binnenlandes nahezu ausnahmslos um Erscheinungen, die durch die Tätigkeit der Menschen verursacht sind. Hören die menschlichen Einflüsse auf oder unterschreiten sie ein erforderliches Minimum, so erfolgt allmählich eine vollständige Bewaldung der offenen Sandgebiete. Die an offene, vegetationsfreie Sandflächen und an Sandrasen gebundenen Tier- und Pflanzenarten sind zum Verschwinden verurteilt.

In diesem Kapitel werden die Entwicklungen beschrieben, erklärt und schließlich bewertet, die sich auf brachgefallenen Sandrasen vollziehen. Die in der Mustergliederung vorgesehene Bezeichnung "Natürliche Entwicklung" ist, bezogen auf Sandrasen, nicht glücklich gewählt. Wir verwenden daher den Terminus "Ungelenkte Entwicklung / Brache" (vgl. hierzu auch MAYERL 1990). Er ist sachlich zutreffender und nimmt keine versteckte Wertung vor ("natürlich" im Gegensatz zu "unnatürlich = künstlich"!). Der Begriff "Natürliche Entwicklung" erweckt den Eindruck, die spontan ablaufenden Sukzessionsvorgänge auf Sandrasen-Brachen kämen ohne Zutun des Menschen zustande. Davon kann jedoch keineswegs die Rede sein, wie das Beispiel der Ausbreitung der Polykormone neophytischer Pflanzen wie *Robinia pseudacacia* und *Solidago canadensis* zeigt. Der auf Sandrasen-Brachen häufig zu beobachtende Kiefernflug kann von benachbarten Forstbäumen mit völlig fremder Provenienz herrühren.

Das "Brachekapitel" 2.2 wird in drei Unterkapitel unterteilt. Im Kapitel 2.2.1 erfolgen beschreibende Darstellungen der wichtigsten Sukzessionsprozesse auf Sandrasen-Brachen, wobei die Auswirkungen auf die Vegetation und auf den Standort dargestellt werden. Soweit möglich, wird auf die kausalen Zusammenhänge eingegangen. Aus der Sicht des praktischen Naturschutzes und der Landeskultur ist es notwendig, die möglichen Sukzessionsreihen zu erkennen, ihre einzelnen Stadien und Phasen* zu erfassen und zu bewerten, um Pflegestrategien für Sandrasen und für Sandrasen-Lebensräume entwickeln zu können. Erst die Kenntnis der Sukzessionsabläufe ermöglicht es, auf bereits brachgefallenen Sandrasen den Brachepflanzen gezielt entgegenzuwirken, die für unerwünschte Veränderungen in der Vegetationsdecke hauptsächlich verantwortlich sind.

Das nachfolgende Kapitel 2.2.2 (S.129) beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Brache auf die Fau-

na. Im Kapitel 2.2.3, S.130) werden verschiedene Brachezustände der Sandrasen einander gegenübergestellt.

2.2.1 Verlauf der Sukzession / Auswirkungen auf Vegetation und Standort

Dieses Kapitel beginnt mit allgemeinen Anmerkungen zur Dynamik von Sukzessionsvorgängen auf brachgefallenen Sandrasen (Kap. 2.2.1.1). Anschließend werden verschiedene charakteristische Sukzessionsstadien in Sandrasen-Lebensräumen kurz beschrieben und ihre zeitlichen Abfolgen dargestellt (Kap. 2.2.1.2, S.121). Das dritte Unterkapitel (Kap. 2.2.1.3, S.123) beschäftigt sich mit der Wirkungsweise und dem Verhalten der Pflanzenarten, die in erster Linie das Sukzessionsgeschehen auf Sandrasenbrachen steuern und hauptsächlich für den Abbau der Offensande, Sandrasen oder lichter Winterlieb-Kiefernwälder verantwortlich sind.

2.2.1.1 Allgemeine Anmerkungen zur Dynamik von Sukzessionsvorgängen in brachgefallenen Sandrasen

Betritt man brachgefallene Halbtrockenrasen oder Magerrasen, auf denen Sukzessionsvorgänge bereits deutlich erkennbar eingesetzt haben, so ist keineswegs ein diffus-gleichmäßiges, sondern ein heterogenes Bild zu beobachten. Charakteristisch sind zunächst einzelne, später zahlreiche "Sukzessions-Kerne", auf denen sich bereits ein weitgehender Umbau der Vegetation vollzogen hat. Diese "Sukzessions-Kerne" (meist Verwaldungs- und Verbuchungskerne, Brachegras- oder Hochstauden-Polykormone, Zwergstrauchherden) stehen im unregelmäßigen Wechsel mit Flächen, die von dem schon eingetretenen Sukzessionsgeschehen weniger oder (scheinbar) nicht berührt sind. Weiterhin fällt auf, daß die Sukzession sich häufig in mehrere Richtungen bewegt und ihr Verlauf sich daher zunächst als sehr uneinheitlich präsentiert.

Der immer wieder feststellbare mehrgleisige Verlauf des Sukzessions-Geschehens kann ganz allgemein als ein grundlegender Wesenszug der Sukzessionsdynamik auf brachgefallenen Halbtrocken-, Mager- und Sandrasen gelten. Vom Ausgangsstadium aus entwickeln sich bei Brache häufig verschiedene Zwischenstadien, die KIENZLE (1979) als "fakultativ" bzw. "vikariierend" einstuft (vgl. auch HAKES 1987: 37). Gelegentlich kann es auch zu Überlagerungen der einzelnen Sukzessionsprozesse kommen (z.B Überlagerung von Kiefern- und Reitgras-Ausbreitung). Die Aufspaltung der Sukzessionslinien aus dem Ausgangsstadium bezeichnet KIENZLE als **Divergenz**, ihr späteres Zusammen-

* WESTHUS (1981) schlägt vor, als Stadien die mehr oder weniger stationären Momente im Lauf der Sukzession, d.h. ihre vorübergehenden, scheinbar stabilen Beharrungszustände, als Phasen dagegen die zwischen den einzelnen Stadien auftretenden dynamischen Momente des Sukzessionsablaufs zu bezeichnen. Zum besseren Verständnis des Textes werden diese Begriffe im Sinne der Definition von WESTHUS verwendet.

laufen in ein Sammelstadium (z.B. der Schlußgesellschaft) als **Konvergenz**.

Die Sukzession wird zumeist von wenigen Arten bestimmt, die bei Brache eine hohe Konkurrenzkraft entwickeln und den Umbau der Vegetationsdecke hauptsächlich verursachen. Auf den Sandrasen handelt es sich um einige wenige Gehölze wie Kiefer, die neophytischen Laubbölzer Robinie und Späte Traubenkirsche, eine Handvoll Gräser, Hochstauden und Zwergsträucher sowie um einige Brombeerarten, die die Vegetationsdynamik auf mittlere Sicht bestimmen.

2.2.1.2 Sukzessionsstadien in Sandrasen-Ökosystemen

Die Vegetationsentwicklung auf offenen Lockersandfluren Bayerns zeigt bis hin zur Bewaldung folgende Stadien:

- Vegetationsfreie Lockersandfluren als **Initial-Stadien**.
- Artenarme, oft nur kleinflächige, +/- diffus verteilte, lückige Pflanzenbestände aus Silbergras und/oder aus Therophyten (meist *Spergula morisonii*, seltener auch *Teesdalia nudicaulis* u.a.) als **Pionier-Stadien**.
- Eine flächig ausgebreitete, **kryptogamenarme**, lückige Silbergrasflur (CORYNEPHORETUM CANESCENTIS TYPICUM) ohne größere vegetationsfreie Stellen als **Pionier-Sandrasen**. Die Böden zwischen den Grashorsten sind meist +/- vegetationsfrei.
Derartige typische Silbergrasfluren bleiben mitunter jahrzehntelang erhalten, dies gilt insbesondere bei einer vergleichsweise großen Trockenheit des Lokalklimas, wodurch während der Vegetationsperiode die Beweglichkeit der Sande länger anhält (HOHENESTER 1960: 39); infolge von Niederschlägen durchfeuchtete Sande fliegen dagegen nicht oder nur schlecht. Der Oberboden zeigt noch keine Profildifferenzierung; er ist selten bis mehr als in 2 cm Tiefe humos (vgl. HOHENESTER 1960:41).
- **Kryptogamenreiche Halbschluß-Sandrasen mit Silbergras und/oder bereits dem Schafschwingel (*Festuca ovina* agg.) als dominanten Gräsern**. Die Grasnarbe ist stark lückig, zwischen den Grashorsten ist die Bodenoberfläche mit Moosen und Flechten bedeckt. Derartige kryptogamenreiche Halbschlußstadien können schon nach 10-20 Jahren entstanden sein, z.B. auf +/- wenig beweglichen Sanden bei einem relativ niederschlagsreichen Lokalklima; bei "ungünstigeren" Bedingungen kann ihre Entwicklung jedoch auch einen Zeitraum von einem halben Jahrhundert und mehr beanspruchen. Insbesondere auf den von Moosen beherrschten, schon recht humosen Halbschlußstadien der relativ frischen Sandstandorte (z.B. in Dünen-Nordexposition, in Dünentälchen, an Dünenhangfüßen, zumal in niederschlagsreichen Gegenden) vermag die Waldkiefer ohne größere Schwierigkeiten erfolgreich zu keimen. In sehr trockenen, flechtenreichen Halbschlußstadien (z.B. an Dü-

nenkuppen in Trockengebieten) ist ihr Einwanderungsdruck deutlich geringer.

- Sandrasen mit einer geschlossenen Grasnarbe im **Vollschlußstadium**, in den bayerischen Flugsand- und Terrassensandgebieten zumeist als Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen ausgebildet. Sukzessionsprozesse zu diesem Rasentyp hin von den Halbschlußstadien aus werden vor allem bei Beweidung begünstigt. Wird die Beweidung eingestellt, so gewinnen allmählich die Sukzessionstrends zur Bewaldung die Oberhand, wobei die Bewaldungsgeschwindigkeit von den Dispositionsfaktoren (= Einwanderungsmöglichkeiten für geeignete Gehölze) abhängt. Bei den gehölzfreien Vollschluß-Sandrasen handelt es sich eindeutig um einen mesohemeroben, also nur bedingt naturnahen Vegetationstyp, da diese Rasen in der vorliegenden Zusammensetzung nutzungsabhängig sind und natürlich nicht vorkommen. Aus diesem Grund ist der spezifische Pflegeaufwand zur Erhaltung der Vollschluß-Sandrasen relativ hoch.
Die typischen Silbergrasfluren und die Halbschlußstadien können im Vergleich dazu als oligohemerob, also als eindeutig naturnah gelten, da sie auch ohne Zutun des Menschen entstehen können. In den Vollschluß-Sandrasen wird der humusführende Oberbodenhorizont bis zu ca. 10 cm mächtig und ist meist wesentlich dunkler gefärbt als in den **Pionier-** und **Halbschluß-Sandrasen**.
- **Vorwald-Stadien und Gebüsch**
Das Einwandern von Gehölzen geschieht auf eine recht artspezifische Weise. Die mit Abstand wichtigste Rolle bei der Bewaldung von offenen Sandfluren spielt fast immer die Kiefer, deren Verhalten deshalb detailliert beschrieben wird (vgl. Kap. 2.2.1.3.1, S.123). Unter ihrem Schirm (dies gilt insbesondere für dichte Forstbestände!) breiten sich fast immer sandrasenfremde Arten aus.
Beginnt sich das Kronendach der Vorwaldgruppen zu schließen, so ziehen sich die Pflanzenarten der offenen Sandfluren fast ausnahmslos aus der Feldschicht zurück!
- **Wälder**
In den Terrassen- und Flugsandgebieten Bayerns ist die Waldkiefer der absolut vorherrschende Wald- bzw. Forstbaum. Kontaktwälder von Sandrasen mit Eichenbeimischung sind heute sehr selten geworden. Als waldbildender Baumart dürfte der Eiche auf den bayerischen Terrassen- und Flugsanden früher eine weit größere Bedeutung zugekommen sein, als es heute der Fall ist. Wegen ihrer vom Menschen herbeigeführten Seltenheit kann die Eiche, aufgrund der heute meist nur mehr sehr geringen Diasporen(= Eicheln)produktion, in der Umgebung von offenen Sandfluren bei der Bewaldung dieser Standorte nur noch eine bescheidene Rolle spielen.

Die beiden zugehörigen Abbildungen zeigen Sukzessionsschemata für basenarme, deutlich saure (pH bei 4-5; vgl. Abb. 2/3, S. 122) und für relativ basenreiche, allenfalls schwach saure (pH bei 6-7, vgl.

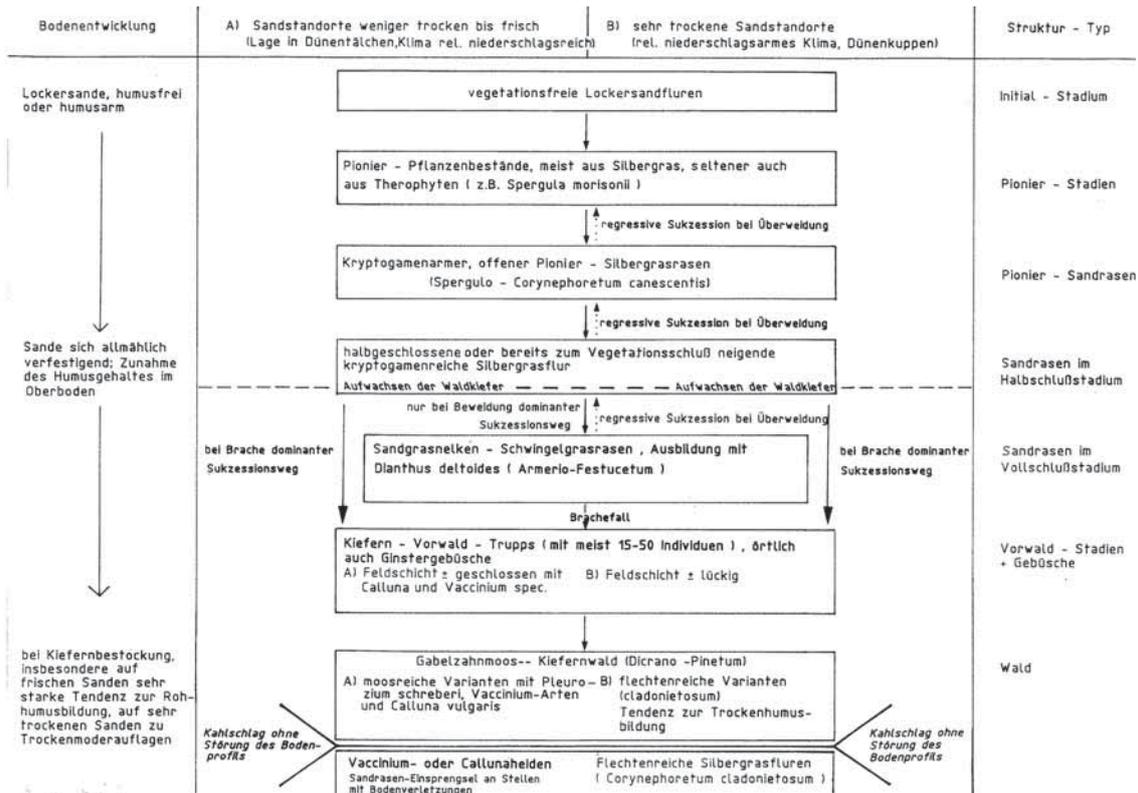


Abbildung 2/3

Sukzessionschema zu Sandrasen-Ökosystemen auf basenarmen, +/- sauren Sanden

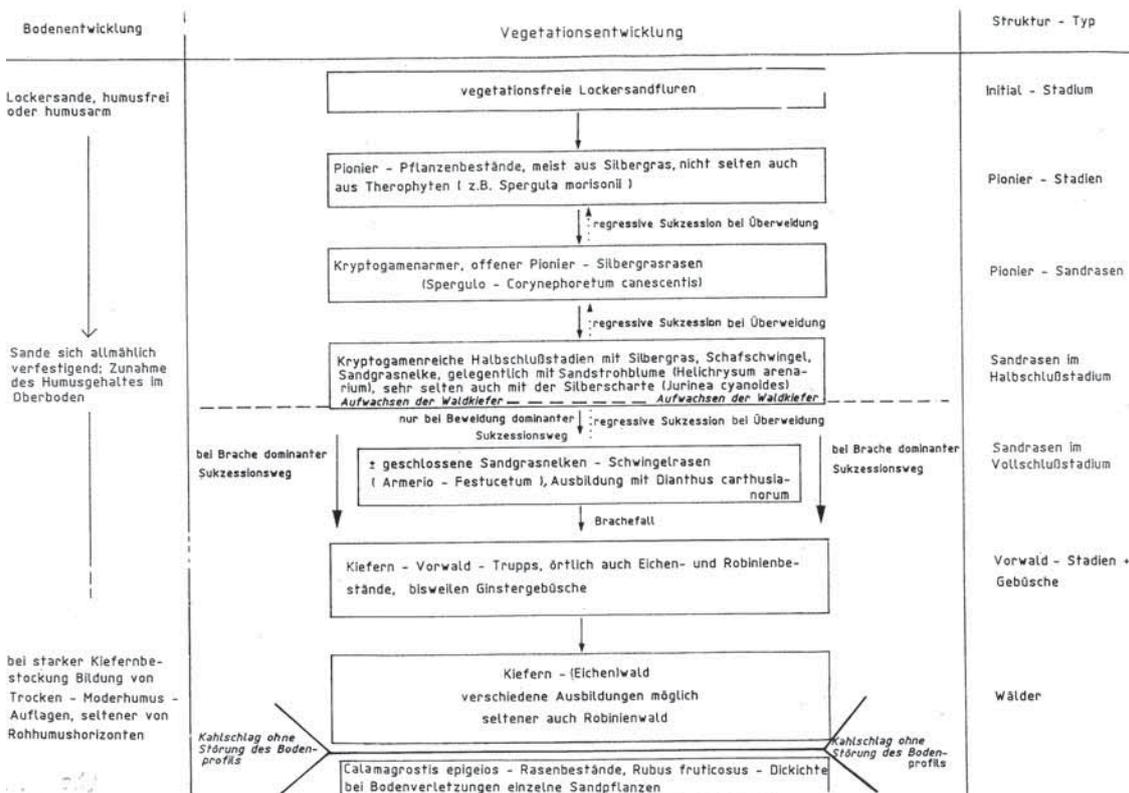


Abbildung 2/4

Sukzessionschema zu Sandrasen-Ökosystemen auf basenreichen, neutralen oder schwach sauren Sanden.

Abb. 2/4, S. 122) Sande. Deutliche Unterschiede in der Vegetationsentwicklung treten auf dem Niveau der Halbschluß- Stadien auf, wenn die Sande bereits +/- konsolidiert sind, sich Humusvorräte angesammelt haben und die Bodenbildung deutlich eingesetzt hat.

2.2.1.3 Verhalten und Bedeutung von Problempflanzen bei Sukzessionsvorgängen in Sandrasen-Brachen

Die in diesem Kapitel besprochenen Gehölze, Gräser, Hochstauden und Zwergsträucher bestimmen den Sukzessionsverlauf auf Sandrasen-Brachen ganz entscheidend (mit) und verursachen im wesentlichen die Nivellierung des Standortcharakters in den Sandrasen-Lebensräumen. Wirksam werden diese Arten nach Nutzungsänderungen oder Nutzungsaufgabe. Sukzessionen nach Nutzungsänderungen haben ihre Ursache in dem Florenpotential der Sandrasen selbst beziehungsweise ihrer Kontaktlebensräume, insoweit Diasporen von außerhalb in die Sandrasen-Ökosysteme gelangen können. Vegetationsveränderungen als Folge von Eutrophierungen werden im Kap. 2.3.2, S.131, behandelt.

Näher besprochen werden nachfolgend die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*), die Robinie (*Robinia pseud-acacia*), die Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*), das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*), das Heidekraut (*Calluna vulgaris*), die Heidel- und Preiselbeere (*Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*), die Brombeeren (*Rubus fruticosus* agg.), die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) und der Japanische Stauden-Knöterich (*Reynoutria japonica*). Auf Bekämpfungsmöglichkeiten der Gehölze wird im Kap. 2.1.2.2 näher eingegangen.

2.2.1.3.1 Waldkiefer (*Pinus sylvestris*)

Bei Bewaldungsvorgängen in offenen Sandfluren Bayerns ist die Waldkiefer -von wenigen Ausnahmen abgesehen- das mit Abstand bedeutendste Gehölz; nicht selten wird der gesamte Bewaldungsvorgang außer von *Pinus sylvestris* von keinem weiteren Gehölz bestritten.

Der Einwanderungsdruck der Kiefer in Sandrasen hängt von der einfliegenden Menge der Diasporen ab. Befindet sich in unmittelbarer Nähe eines Sandrasens ein Kiefernforst oder ist ein Sandrasen sogar von einem solchen Forst umgeben (Beispiel: Dünen bei Offenstetten und bei Siegenburg im Raum Abensberg), so ist die Disposition dieses Rasens für eine Bewaldung mit *Pinus sylvestris* sehr groß. Die Fortpflanzung der Kiefer erfolgt dabei ausschließlich generativ. Durch das Unvermögen, Polykormone bilden zu können, wird die Bekämpfung der Waldkiefer sehr erleichtert. Das Abschlagen des Stammes ist für das betroffene Individuum stets letal.

Versucht man, die Einwanderungsstrategie der Kiefer in den Offensandbereichen zu beschreiben, so stellt sich dieser Vorgang nach Beobachtungen in den Offenstettener und Siegenburger Dünen wie folgt dar: "Erfolgreiche" Vorwald-Gruppen entstehen häufig, wenn auf einem humosen, bereits +/-

konsolidierten Sandstandort mit kryptogamenreichen, halbgeschlossenen Sandrasen etwa 15-50 Kiefern in Abstand von 20-50 Zentimetern zueinander gleichzeitig auflaufen (vgl. Foto 3). Die etwa gleichaltrigen Jungbäume wachsen etwa 3-5 Meter in die Höhe, bis sich das Kronendach dieser Gruppe vollständig zu schließen beginnt. In dieser Phase stirbt etwa die Hälfte der Jungbäume ab, die der Konkurrenz ihrer Nachbarn nicht gewachsen sind.

Hat sich in diesen Vorwald-Gruppen auf diese Weise von selbst "die Spreu vom Weizen" getrennt, so können die überlebenden Bäume ihren Kronenraum erweitern und weiter emporwachsen. Schließlich nähern sie sich immer mehr ihrer endgültigen Höhe an, so daß eine derartige Gruppe sich immer stärker in das Erscheinungsbild der umgebenden Kiefernwälder einfügt.

Das Aufwachsen der Kiefer-Vorwald-Gruppen wird von einschneidenden standörtlichen Veränderungen begleitet und führt spätestens beim Erreichen des Kronenschlusses zum Verschwinden der Sandrasen-Vegetation:

- Durch das Schließen des Kronendachs wird der Bodenraum im Bestandesinnern der Kiefern-Vorwald-Gruppe so stark beschattet, daß sämtliche lichtbedürftige Organismen der Sandrasen verschwinden.
- Die geschlossenen Nadelstreuauflagen bewirken in der Regel einen grundlegenden Wandel der Strukturbeschaffenheit der oberen Bodenschichten. Insbesondere auf frischen (bedingt durch hohe lokale Niederschläge, Lage in Dünentälern und an Dünenunterhängen, in sonnabgewandter Exposition usw.), basenarmen Sanden erzeugt die nur sehr unvollkommen abbaubare Kiefer-Nadelstreu eine rasche Rohhumus-Akkumulation. Unter Bäumen, die nicht einmal 25 Jahre alt sind, können die Humusauflagen bereits 2 cm mächtig sein (s. Abb. 2/5, S. 126). Die oberen Sandschichten erweisen sich unter solchen Rohhumusauflagen als mehrere Zentimeter tief gebleicht, die bereits eingetretene Podsolierung ist sehr deutlich zu erkennen (vgl. Foto 4).
- Die Rohhumusbildung führt frühzeitig zum Verschwinden sämtlicher SEDO-SCLERANTHETEA- und FESTUCO-BROMETEA-Arten. An ihre Stelle treten Säurezeiger wie das Heidekraut (*Calluna vulgaris*), die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) die Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*) und die Moosarten *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* und *Dicranum undulatum*. In feuchten Dünentälern der Offenstettener Dünen hat sich sogar *Sphagnum magellanicum* eingestellt! Insbesondere die Ericaceen wirken als positiver Rückkopplungsfaktor auf die Rohhumusbildung zurück. Die schwer abbaubare Streu von *Calluna vulgaris* und von den *Vaccinium*-Arten fördert die Rohhumus-Bildung ganz ungemein.

Beobachtungen im Mittelfränkischen Becken zeigen hingegen, daß auf Terrassensanden der Regnitz wie bei Möhrendorf ebenso wie auf reinem Flugsand ohne nennenswerte Beimengungen wie in den Alt-

dorfer Dünen die Wiederbesiedlung aus allen Stadien der Sukzessionskette erfolgen kann und bevorzugt aus frühen Stadien erfolgt.

Insbesondere aus Silbergras-Pionierrasen, aber auch aus ebenen oder hängigen, offenen Flugsanden sind flächige Aufwüchse von Jungkiefern aus allen Expositionen bekannt.

Auf fünf bis zehn Jahre alten Sandgrubenböschungen zeigen sich bereits ältere Stadien von 1-2 m Höhe mit Deckungen der Kiefer um 50%, in deren Bestandslücken noch Silbergras- oder Schwingelrasen verblieben sind, während im Kronenschatten und im Streufallbereich der Bäumchen Besiedlung mit Schlängelschmiele, gefolgt von Heidekraut und Preiselbeere erfolgt. Die Standortveränderung, die zur Verdrängung der Magerrasen-Elemente führt, wird hier also schon durch geringere Streuauflagen und Beschattung erzeugt als in den Siegenburger Dünen.

Halbschlußrasen oder Heidevegetation bilden nicht die Voraussetzung, oft nicht einmal das Regelstadium für die Wiederbesiedlung mit der Kiefer. Vielmehr erscheint sie auf Halbschlußrasen oder gar auf Zwergstrauchheiden im Vergleich zu den lückigen Bereichen nur in verminderter Vitalität. In älteren Sanddünen-Forsten mit Zwergstrauchbewuchs findet praktisch keine Naturverjüngung ohne Verletzung der dämmenden Rohhumusschicht statt, daher keimen Birke und vor allem Kiefer entlang ungeschotterter Sandwege reichlich, im Bestand selbst nur vereinzelt und aus Konkurrenzgründen nicht über einen Meter hinauskommend.

Das bloße Abräumen hiebsreifer Kiefernforste vermag angesichts der inzwischen entstandenen Rohhumusdecken die Regeneration der vormaligen Sandrasenvegetation nicht mehr herbeizuführen. Durch die Rohhumusbildung sind die Sand-Standorte derart stark verändert, daß die Kahlschlagfläche stattdessen von einer heideartigen Vegetation mit *Calluna vulgaris*, *Avenella flexuosa*, *Vaccinium*-Arten usw. erobert wird. Nur an Stellen mit Bodenverletzungen findet man auf Waldschlägen gelegentlich einmal eine Sandpflanzenart wie *Spergula morisonii*, häufiger jedoch das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) vor.

Kaum weniger schwerwiegend sind die Standortveränderungen, die Kiefernforste auf +/- trockenen, basenreichen Sanden auf lange Sicht verursachen. Auch auf den +/- neutralen Sanden entstehen in wenigen Jahrzehnten zentimeterdicke Trockenmoderhumus-Auflagen, die zwar weniger die ausgesprochenen Säurezeiger hervortreten lassen, dafür aber dem etwas anspruchsvolleren Rhizomgeophyten *Calamagrostis epigeios* und manchen Brombeerarten (*Rubus fruticosus* agg.) zur Massenentfaltung, insbesondere in Waldrandbereichen, verhelfen. Auch hier bestehen, ohne einen Abtrag der Humusaufgaben vorzunehmen, kaum Chancen, das Sandrasen-Ökosystem nach Abräumen der Kiefernforste in überschaubaren Zeiträumen wiederherzustellen.

Durch nachhaltige Standortveränderungen vermögen also Kiefern-Aufforstungen Sandrasen-Ökosysteme buchstäblich "in der Substanz" zu schädigen. Im Vergleich dazu richten Kiefern-Aufforstungen in Kalkmagerrasen im Hinblick auf spätere Regenerationsbemühungen einen wesentlich geringeren Schaden an.

Im Laufe von Jahrzehnten gelingt es hin und wieder einer einzelnen Kiefer in den Lockersandbereichen der Pionier-Sandrasen ihre Keim- und Jugendphase zu überstehen und schließlich als breitkroniger Baum aufzuwachsen. In solchen Lockersanden scheint jedoch der Kiefer ein erfolgreiches Auflaufen in dicht gescharten, zahlreichen Exemplaren, die miteinander die transformierenden Kiefern-Vorwald-Gruppen zu bilden imstande sind, nicht oder nur ausnahmsweise zu gelingen. Ähnliche Beobachtungen zur Bedeutung von Solitärkiefern in Sandrasen-Ökosystemen, wie wir sie im Abensberger Raum gewinnen konnten, publizierte HOHENESTER (1960: 60f.) aus dem Rednitz-Regnitz-Becken.

Möglichkeiten der Bekämpfung: vgl. Kap. 2.1.2.2, S. 113.

2.2.1.3.2 Robinie (*Robinia pseudacacia*)

Als Problemgehölz beherrscht auf Sandrasen-Braichen mancherorts auf +/- basenreichen Sanden der sommerwarmen Tieflagen die Robinie das Bild. Das Aufkommen von Robinien wurde unter anderem bereits auf dem Mainzer Sand, in dem Sandhausener Dünengebiet und auf dem Astheimer Sand bei Volkach beobachtet. Ebenso ist die Robinie mittlerweile im Rednitz-Regnitzbecken "zu Hause". Erhebliche Teilflächen der Sandflächen im Truppenübungsgebiet Hainberg bei Fürth sind mit der Robinie bestockt.

Das Eindringen der Robinie in Sandrasen verursacht umgehend sehr starke Schäden! Über ihre Wurzelknöllchen bindet dieses nordamerikanische Fremdgehölz Luftstickstoff und vermag auf diese Weise ihren Wurzelraum erheblich aufzudüngen. In ihrem Unterwuchs erscheinen daher eutraphente, halbschatten- und schattenverträgliche Arten, wie *Chelidonium majus*, *Alliaria petiolata*, *Galium aparine*, *Veronica hederifolia*, *Rubus caesius*, *Bromus tectorum* und *Bromus sterilis*, die die ursprünglich vorhandene Sandrasen-Vegetation vollständig verdrängen können.

Da die Robinie mit einem weit- und tiefstreichenden, stark verzweigten Wurzelsystem den Boden durchdringt und zugleich die Fähigkeit besitzt, Wurzelsprosse zu bilden, neigt sie zum Aufbau sehr dichter, unduldsamer Polykormon-Bestände.

In ein zu schützendes Sandrasen-Gebiet kann die Robinie nur eindringen, wenn in benachbarten Gärten, an nahegelegenen Straßen- und Bahnböschungen u. dgl. bereits Robinienbestände (z.B. als Anpflanzung) existieren. Da die Flugfähigkeit ihrer Diasporen gering ist, verbreitet sich die Robinie auch generativ nur über kurze Entfernungen (vgl. KOHLER 1964: 43 ff.). **Als hochkritischer Abstandsbereich für das unerwünschte Einwan-**

dern der Robinie kann als Faustrichtwert eine Entfernung von weniger als 50 Meter gelten! Sind die nächsten Robinien dagegen weiter als 100 Meter entfernt, droht nur eine geringe Gefahr.

In niederschlagsreichen, sommerkühlen Regionen ist die Robinie als Brachegehölz bedeutungslos. Zu Bekämpfungsmöglichkeiten siehe [Kap. 2.1.2.2](#), S.113.

2.2.1.3.3 Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*)

(Bearbeitet von N. Meyer)

Von der Ausbreitung der aus dem östlichen Nordamerika stammenden Späten Traubenkirsche sind in Bayern die Sandterrassen-Gebiete im Rednitz-Regnitzbecken besonders betroffen. Die Vorliebe dieses Gehölzes für sandige Standorte ist auch in Berlin und in den Niederlanden beobachtet worden (STAR-FINGER 1988). *Prunus serotina* breitet sich ähnlich wie die Robinie über Wurzelsprosse aus und verursacht durch ihre Herdenbildung einen völligen Umbau der Vegetationsbestände, in die sie einwandert.

In zwergstrauchreichen, trockenen Heidekraut-Preiselbeer-Kiefernforsten mit ihrem dämmenden Rohhumus kann die Späte Traubenkirsche ebenso wie die übrigen Pioniergehölze zwar nur an Wegrändern, Anrissen etc. aufkommen. Ihre weitgehende Schattenresistenz und eine gewisse Vorliebe für bodenfrische Standorte läßt sie eher für mesophilere Waldtypen als Gefahr für Strauchschicht und Unterwuchs erscheinen.

Ihre eigentliche Gefährlichkeit für Sandrasen liegt in mehreren anderen Eigenschaften begründet:

- Ihrer Pionierfreudigkeit. Brachgefallene, waldnahe Sandrasen, Heiden oder Ackerbrachen werden rasch und erfolgreich, lokal, insbesondere bei besserer Basenversorgung, sogar in Reinbeständen besiedelt. Auch nährstoffärmste Ofensande können zusammen mit der Kiefer erobert werden. Dabei fällt der erhebliche Wurzelanteil an der Gesamtmasse auf, so daß bereits Exemplare, die wesentlich kleiner sind als noch problemlos ziehbare Kiefern, nicht mehr von Hand gezogen werden können.
- Ihrem Ausschlagsvermögen. Ihr Vermögen zum Stockausschlag und zu Wurzelbrut macht sie zu einem ausgesprochen schwer zu rodenden Gehölz.
- Ihrer enormen, früh einsetzenden Fruchtbarkeit. Schon metergroße, einige Jahre alte Schosser oder Sämlinge fruchten bereits selbst wieder.
- Ihrer Vogelperbreitung, die sie gezielt an offenen, gestörten Standorten aussät, die sie bevorzugt besiedelt.
- Ihrer fehlenden Einbindung in die lokalen Lebenskreisläufe. Ihr derbes, mutmaßlich stark blausäureglycosidhaltiges Laub bewirkt, daß sie praktisch keine Fraßspuren aufweist. Auch ihre Kirschen scheinen noch keine Parasiten aufzuweisen.

Die Tatsache, daß die Forstbehörden im Reichswald angesichts ihrer Vitalität den Versuch der Ausrottung bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt, wo das Gehölz erst Bruchteile des möglichen Areals erobert hat, als aussichtslos einschätzen, läßt einen Blick auf die zu erwartende Entwicklung zu. Gerade die zahlreichen ehemaligen Abgrabungen, die heute hohen Anteil an den noch existierenden Offensanden haben, werden zwangsläufig in Zukunft erheblichen zusätzlichen Entbuschungsaufwand erfordern. Die Bekämpfungsmöglichkeiten werden in [Kap. 2.1.2.2](#), S.113, dargestellt.

2.2.1.3.4 Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und *Vaccinium*-Arten (Heidel- und Preiselbeere)

(Bearbeitet von B. Quinger und N. Meyer)

Auf sauren, basenarmen Sanden siedeln sich im Halbschatten, z.B. unter dem Schirm von aufwachsenden Kiefern, häufig das Heidekraut, bisweilen auch die Heidel- und die Preiselbeere an. Durch das Aufkommen dieser Ericaceen werden Rohhumusbildung und Podsolierung und damit die Standortumwandlung sehr forciert. Insbesondere auf Sanden, die nur in geringem Maße scharfem Trockenstreß ausgesetzt sind und als mäßig trocken oder frisch gelten können, tritt zu diesen Arten noch die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) hinzu.

Die von Kiefernforsten verursachten standörtlichen Veränderungen in Sandfluren fallen um so einschneidender aus, je stärker sich in ihrem Unterwuchs Ericaceen-Arten in Massenbeständen ausbreiten können. Beobachtungen im Altdorfer Dünengebiet weisen darauf hin, daß zumindest auf extrem nährstoffarmen Flugsanden die Besiedlung von Sandrasen mit Zwergsträuchern bereits unter sehr jungen Kiefernanzflügen beginnt. Die Ansiedlung und Ausbreitung von Heidekraut und Preiselbeere erfolgt nach der Verdrängung der Pionierarten im Schatt- und Streubereich der Kiefern durch die Draht-Schmiele (*Avenella flexuosa*).

Die gleiche Abfolge ist häufig unter dem Waldschirm an geräumten Wegrändern oder Leitungstrassen in breiter Front von zwergstrauchdominierten Waldrändern aus und inselförmig unter Anflug zu beobachten. Entsteht eine Schneise durch Entfernung der Baumschicht ohne Abschieben der dämmenden Rohhumusschicht, so bleibt die als Unterwuchs vorherrschende Zwergstrauchschicht oft erhalten und präsentiert trotz gelegentlichen Rückfrierens da und dort eines der seltenen Beispiele einer stabilen Zwergstrauchheide in unserem Klima. Störstellen sind hingegen dem Humusabbau durch Weidenröschen-Schlagfluren etc. ausgesetzt und können sich entlang von Wegen zu permanenten Silbergrasfluren stabilisieren, die bei Auflassen des Wegs rasch von Kiefer und nachfolgend wiederum Zwergsträuchern besiedelt werden.

Nach übereinstimmender Beschreibung zahlreicher Förster und anderer Gebietskenner ist auf extremen

Kiefernwald-Standorten auf Sanddünen in den letzten Jahren zunehmend ein Rückgang der flechtenreichen Ausbildungen zugunsten von Heidekraut- und Preiselbeerbeständen zu beobachten. Dabei erfolgt der Übergang nicht entlang klarer Grenzlinien. Vielmehr bilden sich inselförmige Heidekraut- oder Preiselbeer-Herden, die sich vergrößern und zu Aggregaten zusammenfließen, bis schließlich die Flechtentrupps nur mehr inselförmig auftreten.

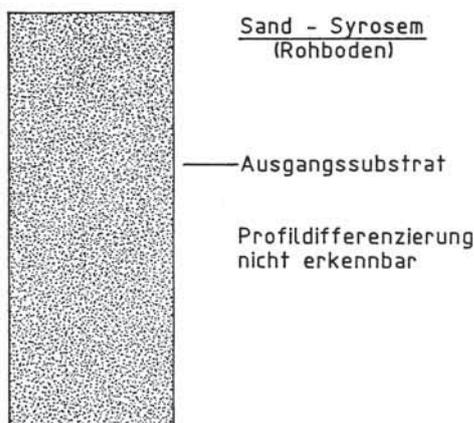
Dabei scheint das Heidekraut allein wenigstens mit einem Teil der Flechten Mischbestände bilden zu können, während Preiselbeer-Herden weniger tolerant zu sein scheinen. Ob diese Zurückdrängung von Flechten-Kiefernwäldern mit deren Förderung durch Streuhieb in der Vergangenheit und der Rückeroberung dieser sekundären Flächen im Rahmen der Erholung der Standorte von dieser Nutzung zu

sehen ist, ob vielleicht Immissionen eine Rolle spielen oder mehrere Faktoren zusammenwirken, läßt sich gegenwärtig nicht beantworten.

2.2.1.3.5 Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*)

Als wichtigstes Brachegrass auf Sandrasen, die an Kiefernwäldern und an Kiefernforsten angrenzen, kann das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) gelten. Als schnitt- und weideempfindliche Grasart vermag *Calamagrostis epigeios* in Magerrasen nur aufzukommen, wenn keine Bewirtschaftung mehr (z.B. in Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen) erfolgt. Die schädigende Wirkung dieses als Rhizom-Geophyt sich durch unterirdische Ausläufer ausbreitenden und ausgedehnte, +/- unduldsame Polykor-

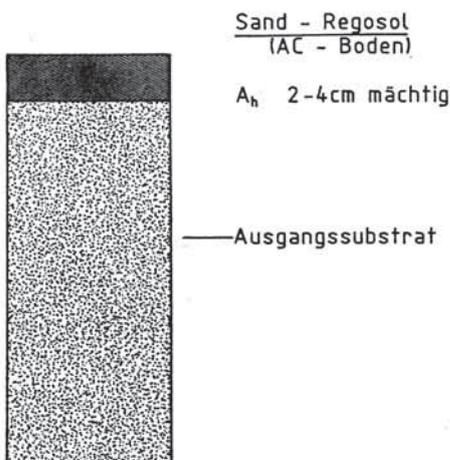
A) Boden vegetationsfreier Dünen :



Sand-Syrosem der Offenstettener Dünen :

vegetationsfreie, ockerfarbene, glimmerhaltige Sande ohne Profildifferenzierungen

B) Boden unter reifer Silbergrasflur mit Moosen und Flechten (Halbschluß-Sandrasen) :



Sand-Regosol :

Der Sandboden ist bis in 2-4 cm Tiefe deutlich dunkler gefärbt, ein deutlicher Humus-Horizont (A_h) hat sich herausgebildet. Als Humusform liegt ein gut zersetzter Trockenmoder bzw. Trockenmull vor.

Abbildung 2/5

Veränderungen des Oberboden-Profiles der Dünenande in den Offenstettener Dünen durch Kiefern-Bestockung (A u. B)

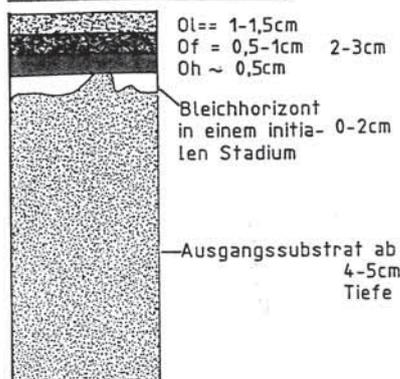
mon-Bestände aufbauenden Grases besteht in erster Linie in der Bildung mächtiger, verdämmend wirkender Streufiledecken. Bezogen auf die Nährstoffversorgung des Standorts vermag *Calamagrostis epigeios* eine große Biomasse zu erzeugen. Wegen der mutmaßlichen Eiweißarmut und der recht ungünstigen C/N-Verhältnisse seiner Phytomasse kann diese nach dem Absterben als Nekromasse nur schlecht abgebaut werden*. Niedrige Rosetten- und Horstpflanzen vermögen den sich nicht selten auf einen Dezimeter Dicke anhäufenden Streufilz nicht mehr zu durchstoßen; sie sterben daher ab. Dem

Vorstoß des Land-Reitgrases in Sandrasen sind allerdings deutliche Grenzen gesetzt:

- *Calamagrostis epigeios* bevorzugt (wechsel)frische Standorte und ist nicht sehr trockenresistent. Auf Xerotherm-Sandrasen kann sich das Land-Reitgras daher nicht wirksam entfalten.
- Voll besonnte Standorte werden +/- gemieden. Am "liebsten" operiert ein *Calamagrostis epigeios*-Polykormon von einem Wald- oder Forstrand aus, um von dort aus in die offenen Sandrasen vorzustoßen.

C) Boden unter einer 20-30 jährigen Kiefern-Vorwald-Gruppe :

Einsetzen der Podsolierung



Sand-Regosol mit beginnender Podsolierung :

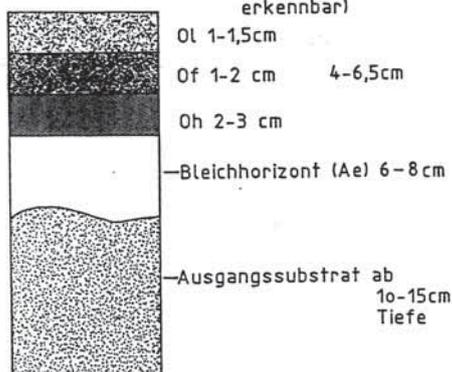
- O** : Rohhumusauflage insgesamt 2-3 cm mächtig
- O₁** : Kiefernadelstreu unzersetzt
- O_f** : Kiefernadelstreu bereits ± stark zersetzt, in Resten jedoch noch gut erkennbar
- O_h** : Streureste nicht mehr erkennbar, Rohhumussubstrat ± homogen und kompakt
- Bleichhorizont** : erst im Initial-Stadium, Ausbleichungen reichen höchstens bis in 2 cm Tiefe
- Ausgangssubstrat** : ockerfarbene Sande ab 4-5 cm Tiefe

Die Kiefern sind mutmaßlich in einer halbgeschlossenen, kryptogamenreichen Silbergrasflur (heute Kontaktvegetation) aufgewachsen

D) Boden unter einer ca. 100-120 jährigen Kiefern-Aufforstung :

unreifer Podsol

(B_h und B_s-Horizont noch nicht erkennbar)



unreifer Podsol (B_h- und B_s-Horizont noch nicht erkennbar) :

- O** : Rohhumusauflage insgesamt 4-6,5 cm mächtig
- O₁** : Kiefernadelstreu unzersetzt
- O_f** : Kiefernadelstreu bereits ± stark zersetzt, in Resten jedoch noch gut erkennbar, Rohhumussubstrat ± homogen und
- O_h** : Streureste nicht mehr erkennbar, Rohhumussubstrat ± homogen und kompakt
- Bleichhorizont** : grau gefärbt, keine Ocker- und Gelbtöne mehr vorhanden
- Ausgangssubstrat** : ockerfarbene Sande, ab 10-15 cm Tiefe; Humuseinschwemmungen (= Ausbildung eines B_h-Horizonts) noch kaum erkennbar

Abbildung 2/6

Veränderungen des Oberboden-Profiles der Dünenande in den Offenstetter Dünen durch Kiefern-Bestockung (C u. D)

* Hierin ähnelt *Calamagrostis epigeios* in seinem Verhalten offensichtlich der Fiederzwenke, die insbesondere auf brachgefallenen Kalkmagerrasen als Problemart wirksam wird (vgl. LPK-Band II.1, Kalkmagerrasen, Kap. 2.2.1.3.1).

- Auf nährstoff- und basenarmen, sauren Sanden breitet sich *Calamagrostis epigeios* nur aus, wenn ihm etwas ruderalisierte und etwas eutrophierte Flächen angeboten werden, z.B. an Stellen mit Motocross-Beeinflussung (exemplarisch in den Offenstettener Dünen zu beobachten, hier tritt das Land-Reitgras nicht selten am Rande der "Rennstrecken" auf!), auf Kahlschlägen mit Bodenverletzungen, an ehemaligen Lager- und Abstellplätzen.

Spielt das Land-Reitgras auf +/- basenarmen Sanden, etwa im Reichswald oder in der Oberpfalz, nur eine untergeordnete Rolle, etwa auf Strom-Leitungstrassen zusammen mit den Goldruten (*Solidago gigantea* und *canadensis*), so gilt auf basenreichen Terrassen- und Flugsanden in sommerwarmen Gebieten durchaus das Gegenteil. Insbesondere in Kiefernforsten und in deren Randbereichen kann das Land-Reitgras dort hektargroße Flächen bedecken. Das Substratmilieu aus basenreichen Sanden und Trockenmoderhumus-Auflagen in diesen Gebieten sagt den Bedürfnissen des Land-Reitgrases offenbar ganz besonders zu, so daß es nicht selten eine ungeheure Vitalität entwickelt.

Vor allem auf den sonnabgewandten Nordseiten kann sich *Calamagrostis epigeios* von Kiefernwaldrändern aus weit in offene Sandrasen vorarbeiten und diese entwerten (nicht selten geschieht dies bis auf 30-50 m Tiefe!). Auf den sonnexponierten Südseiten der Kiefernwälder verläßt *Calamagrostis epigeios* das Waldesinnere dagegen nur auf wenige Meter.

Bekämpfungsmöglichkeiten des Land-Reitgrases werden in Kapitel 2.5.1.5, S.146, behandelt.

2.2.1.3.6 Artengruppe der Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.) (Bearbeitet von N. Meyer)

Die Bedeutung beim Abbau von Sandrasenvegetation, die die Brombeerenarten in den subatlantisch gefärbten Klimaten Norddeutschlands haben, ist ihnen in den nordbayerischen Sandgebieten durch die härteren Winter auch in den schneearmen Tieflagen und die meist geringeren Niederschlagsmengen verwehrt.

Die Bedeutung von *Rubus fruticosus* agg. für die Sandrasenpflege ergibt sich aus ihrem bevorzugten Wuchsort an Waldrändern, Schlägen, Schneisen, Hecken und Wegrändern. Sie betrifft in erster Linie die Randbereiche zu Hecken, Gehölzinseln und Waldrändern hin.

Die in Bayern auf Sandstandorten vorkommenden Brombeer-Arten sind wegen der bekannten systematischen Schwierigkeiten weithin unzufriedenstellend erforscht. Außerdem ist in diesem Zusammenhang mit lokalen Unterschieden zu rechnen, da sich die bayerischen Sandrasen-Areale klimatisch und bodenchemisch zum Teil erheblich unterscheiden. Beteiligt scheinen nach eigenen Beobachtungen die Arten *Rubus plicatus*, *Rubus bifrons* und Raspel-Brombeeren wie *Rubus radula* oder *Rubus rudis*, daneben lokal auch *Rubus montanus* und *Rubus*

grabowskii zu sein. Auf basenreicheren, wärmege-
tönten Standorten spielt aber auch die Kratzbeere (*Rubus caesius*) und ihre Abkömmlinge (*Rubus* Sect. *Corylifolii*) eine Rolle. Zum Hintanhalten ihrer Ausbreitung dürfte ihre Rodung im Rahmen turnusmäßiger Entholzungsmaßnahmen in der Regel ausreichen. Wo nicht, dürfte wiederholter Schnitt oder Beweidung zur Schwächung der Herden ausreichen.

Ganz anders stellt sich die Situation für die Kiefernwälder auf Terrassen- und Dünenstandorten dar. Während solche Wuchsbereiche etwa im Reichswald kaum Brombeerbewuchs aufweisen, in ihren Kerngebieten gar als Brombeeren-Wüste gelten können, ist die Situation in Unterfranken, speziell aber am Untermain zwischen Miltenberg und Alzenau, hiervon völlig verschieden.

Die dortigen, basenreicheren Sande bewirken in Verbindung mit dem für Brombeeren günstigeren Klima und dem Fehlen dominierender, dämmender Zwergstrauchschichten Wuchsbedingungen in den seit Jahrzehnten nicht mehr unter Beweidung oder Streunutzung liegenden Dünenwäldern, die solchen in lichten Eichenwäldern recht ähneln. Entsprechend zeigt der Unterwuchs etwa der Dünenbereiche bei Aschaffenburg und Alzenau neben der Schlangenschmiele große Herden von Brombeeren.

Auf Terrassensanden am Untermain, beispielsweise zwischen Stockstadt und Niedernberg, vermag die fest eingebürgerte Robinie (siehe auch Kapitel 2.2.1.3.2, S.124) mit ihren standortanreichernden Eigenschaften außer ihrer Etablierung als zweiter Baumart neben der Kiefer die völlige Veränderung des Unterwuchses zu bewirken. Zu unduldsamen Brombeerherden und eingestreuten Trupps von Brennessel, Knoblauchsrauke etc. tritt sie selbst als einzige nennenswert verjüngende Gehölzart neben den Holunder (*Sambucus nigra*).

2.2.1.3.7 Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*)

Zu den Eindringlingen in Sandrasen-Brachen, die innerhalb weniger Jahre grundlegende Vegetationsveränderungen herbeiführen können, gehört die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*). Diese 1-1,5 Meter hoch aufwachsende Hochstaude ist stark ausläufertreibend und entwickelt bisweilen mehrere 100 m² große, sehr unduldsame Polykormon-Bestände, in deren Bestandesinnern kaum andere Pflanzenarten zu gedeihen vermögen. Analog wie die Kanadische Goldrute kann sich auf Sandrasen-Brachen auch die Späte Goldrute (*Solidago gigantea*) ausbreiten, die dort allerdings weitaus seltener auftritt.

Die Vitalität eines Goldruten-Polykormons hängt offenbar stark davon ab, ob es sich ein Nährstoffdepot wie aufgedüngte Erdhäufen, Grabenaushub u. dgl. erschließen kann. Über seine Rhizome vermag ein Goldruten-Polykormon anscheinend quasi pipeline-artig Nährstoffe horizontal zu transportieren und von ihrem Herkunftsort wegzuverlagern. Auf diese Weise kann eine Störzone weit ins Sandrasen-

Innere vorgeschoben werden, ohne daß direkte Eutrophierungen erfolgen müssen.

Das Auftreten dieses Neophyten in Sandrasen ist überall dort zu erwarten bzw. zu befürchten, wo von benachbarten Schuttplätzen, Bahndämmen, Straßenrändern, verlichteten Auenwäldern ein Übergreifen der auf Ruderalstandorten verbreiteten Hochstaude wegen der räumlichen Nähe ohne Schwierigkeiten möglich ist. Besonders erfolgreich tritt die Art im Reichswaldgebiet auf Strom- und anderen Leitungstrassen auf, wo wegen des auf der Fläche verbleibenden Rohhumus ihre Ansprüche an Nährstoffversorgung wie an Sommerwärme erfüllt werden. Die Eroberung von Sandrasen-Bereichen erfolgt dort häufig gemeinsam mit dem unter 2.2.1.3.5 (S. 126) behandelten Land-Reitgras.

Durch zwischenzeitliche Ackernutzung von Sandrasen (z.B. nach dem Zweiten Weltkrieg) ist mancherorts das Einschleppen von *Solidago canadensis* begünstigt worden. Die Reaktion der Kanadischen Goldrute auf einschürige Mahd wird in den Kap. 2.1.2.1, S.112, und 2.5.1.5, S. 146, beschrieben.

Vitalitätsverluste erleiden die *Solidago*-Arten bei zweimaliger Mahd Mitte Mai und Mitte August, die diesen Pflanzen die Möglichkeit nimmt, in den Rhizomen Reservestoffe zu speichern. Außerdem werden die Goldruten durch diese Maßnahme wirksam an Blüte und Samenverbreitung gehindert. Das Abdecken der Goldruten im April/Mai mit schwarzen UV-Folien führt zu einer schweren Schädigung oder sogar zum Absterben der Rhizome.

2.2.1.3.8 Verhalten und Bedeutung des Japanischen und des Sachalin-Staudenknöterichs (*Reynoutria japonica* u. *R. sachalinensis*)

(Bearbeitet von N. Meyer)

Ein Neophyt, der ebenfalls die Fähigkeit besitzt, große, unduldsame, die angestammte einheimische Vegetation verdrängende Polykormone mit erheblicher Bildung von Wurzel- und Blattmasse zu bilden, ist der Japan-Knöterich. Für seine Schwesterart, den Sachalin-Knöterich, gilt Vergleichbares, wobei dieser jedoch stärker frische, nährstoffreiche Standorte auf mehr lehmigem Boden bevorzugt.

Insbesondere in fluß- und grundwassernahen Bereichen muß daher auf die Staudenknöteriche geachtet werden. Sie vermögen dank ihres gewaltigen Rhizoms nicht nur einmal erschlossene Wuchsorte trotz beliebig häufiger Entfernung durch Rückschnitt oder Mahd zu halten, wie die Exemplare am Westrand des Astheimer Dürringswasen belegen, sondern sind bei Ausfall der Pflege zur Eroberung brachfallender Sandrasen bei völliger Vernichtung des angestammten Bewuchses fähig. Die Bekämpfung der Staudenknöteriche ist somit sehr schwierig. Nur monatliches Ausreißen und Verbrennen führen zu Vernichtungserfolgen.

2.2.2 Wirkung auf die Fauna (Bearbeitet von M. Bräu)

Das Brachfallen von Sandrasen hat für die Fauna zwei wesentliche Konsequenzen:

- Bewirtschaftungsbedingte "Störungen" fallen weg;
- die Struktur des Pflanzenbestandes ändert sich und damit auch die mikroklimatischen Bedingungen in der Krautschicht und auf der Bodenoberfläche; im weiteren Verlauf ändert sich durch die Verschiebungen im Pflanzenartenspektrum auch das Ressourcenangebot für phytophage Tierarten.

Eine Beweidung höherer Intensität verdrängt Arten, deren Lebenszyklus dem Bewirtschaftungsrythmus nicht angepaßt ist. Dazu zählen insbesondere phytophage Tierarten, für die die Nutzung zu einer plötzlichen Reduktion des Nahrungsangebots führt, und Tiere, die zum Nutzungszeitpunkt nicht ausweichen können (z.B. weil sie sich im immobilen Ei- oder Puppenstadium in der Krautschicht befinden und mit abgefressen werden). Unmittelbar nach dem Brachfallen werden in der Regel die Spitzenwerte an Artenvielfalt an Tieren beobachtet, da die frühen Brachestadien zusätzlich beweidungsempfindlichen Arten Lebensraum bieten. Außerdem führt die Zunahme von Streu, Blattmasse, Blüten und Früchten bei Versaumung, wie auch das vermehrte Auftreten von Sukzessionsgehölzen, zunächst zur Erweiterung des Angebots an Nahrungsressourcen. Welche Arten in Jungbrachen einwandern können, ist nicht nur bei Pflanzen, sondern auch bei Tieren vom Umfeld abhängig: die Besiedlungsgeschwindigkeit von Sukzessionsflächen wird entscheidend von der Entfernung möglicher Lieferbiotope und der Mobilität der Tiere bestimmt (vgl. HANDKE & SCHREIBER 1985).

Bei beginnender Verbuschung treten vermehrt Arten auf, die nahrungsökologisch eng an die Sukzessionsgehölze wie die Kiefer gebunden sind und nur an trockenwarmen Standorten vorkommen können. Darüber hinaus können sich bei fortschreitender Verwaldung und somit abnehmender Xerothermie des Mikroklimas auch weitere Insektenarten aus dem reichen Phytophagenkomplex der Kiefer ansiedeln, die ebenso wie dieser Nadelbaum weit verbreitet sind und keine Bestandesgefährdung aufweisen. Wird die Gehölzsukzession durch die Robinie eingeleitet bleibt die vorübergehende Steigerung der Artenvielfalt weitgehend aus, da nur wenige, unspezialisierte Pflanzenfresser der heimischen Fauna in der Lage sind, dieses Fremdgehölz zu nutzen.

Abgesehen von der Bereitstellung zusätzlicher Nahrungsnischen für die Fauna der Sandrasen-Lebensräume kommt den Sukzessionsgehölzen allerdings auch eine Bedeutung als strukturelle Komponente zu. Die halboffene Struktur von brachliegenden Sandrasen-Lebensräumen mit inselartigen Sukzessionsgebüsch ist für manche Vögel wie zum Beispiel die Heidelerche (vgl. Kap. 1.5.2.1.3) günstig. Grenzbereiche zwischen trockenwarmen Offensandbereichen und "offenen" Kiefernwaldrändern ohne Wald-

mantel entsprechen auch dem Habitatschema der Rostbinde (*Hipparchia semele*).

Mit zunehmender Verfilzung brachliegender Sandrasen mit Brachegräsern wie dem Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*), zunehmender Verhochstaudung, Verbuschung und Verwaldung mit Kiefer oder anderen Gehölzen geht, wie bereits in Kap. 2.2.1, S.120, besprochen, die Verdrängung typischer Pflanzenarten der Sandrasen einher. Die Folge davon ist das Verschwinden der phytophagen Tierarten, die an diese Sandrasenpflanzen gebunden sind. Lange bevor die Nahrungspflanzen verschwinden, machen sich jedoch mikroklimatische Veränderungen bemerkbar: an niedrigwüchsige Vegetationsstruktur mit entsprechend heißem, trockenem Mikroklima in Bodennähe gebundene Arten gehen infolge des Brachfallens oft sehr schnell zurück. So scheinen der Kleine Feuerfalter (*Lycaena phlaeas*) und die typische "Sandrasenwanze" *Spathozera dahlmannii* ihre Wirtspflanze, den Zwergsauerampfer (*Rumex acetosella* agg.), nur nutzen zu können, solange diese nicht eingewachsen sind, sondern der Vegetationsbestand einen lückigen, rohbodenreichen Charakter aufweist.

Gleichermaßen negativ reagieren Tierarten der Sandbiotope, die nicht an bestimmte Pflanzenarten gebunden sind, jedoch ebenso besondere Ansprüche an das Mikroklima stellen. Bodenlegende Feldheuschrecken benötigen für die Embryonalentwicklung artspezifische Wärmesummen im Bodenbereich. Durch die dichtere Vegetationsdecke (Verfilzung) gelangt in brachliegenden Sandrasen-Lebensräumen weniger Sonnenenergie an die Bodenoberfläche (es bleibt dort feuchter und kühler), anspruchsvolle Heuschreckenarten werden durch weniger spezialisierte Arten verdrängt. Derselbe Effekt verdrängt auch z.B. xerothermophile Spinnen, Laufkäfer und Ameisen, die auf der Bodenoberfläche jagen. Viele davon sind als optisch orientierte Jäger zusätzlich auf offene Bodenstellen angewiesen.

Die strukturelle Komponente spielt eine entscheidende Rolle für das Verschwinden einiger hochbedrohter Heuschreckenarten aus Sandrasenbrachen: als Beispiele können die Blauflüglige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*), mit Einschränkung auch die Blauflüglige Ödlandschrecke (*Oedipoda caeruleus*) genannt werden. Für ihr Paarungsritual und ihr Fluchtverhalten (flacher Absprungwinkel) sind sie auf ausgedehnte, rohbodenreiche, vegetationsarme bis nahezu vegetationsfreie Offensand-Partien zwingend angewiesen. Die Blaue Sandschrecke steht in Bayern nicht nur aufgrund der Verluste der Sandrasen-Lebensräume durch unmittelbare Zerstörung kurz vor dem Aussterben. Direkte Ursache für das Verschwinden dieser Schreckenart sind die mit Verbrachung einhergehende abnehmende Lückigkeit der Sandrasen und das allmähliche Zuwachsen der Offensandstellen. Zugleich verschwindet mit den offenen Partien nach und nach die hochgradig bedrohte Faunenfraktion der grabenden, auf Lockerande angewiesenen Arten wie zum Beispiel die "Steppenbiene" *Nomioides minutissimus* oder die "Sandwanzen" *Aethus flavicornis* und *Aethus nigritus*.

Es versteht sich von selbst, daß infolge Beweidungsaufgabe auch auf den Dung von Weidetieren spezialisierte Tierarten verschwinden.

2.2.3 Bewertung

Zweifellos gibt es Brache-Stadien in Sandrasen-Lebensräumen, die aus floristischer und faunistischer Sicht durchaus wertvoll sind, da diese u.a. nutzungsempfindlichen Pflanzen- und Tierarten Refugien bieten, zusätzliche Ressourcen bereitstellen und ein kontinuierliches Ressourcenangebot sichern (z.B. während pflege-/bewirtschaftungsbedingter Engpässe auf den Nachbarflächen).

Bei einer Würdigung dieser frühen Sukzessionsstadien darf jedoch niemals der Umstand aus den Augen verloren werden, daß diese Stadien von relativ kurzer Dauer und ihrerseits pflegeabhängig sind. Zu ihrer dauerhaften Erhaltung sind sie auf Pflegeeingriffe wie Öffnung und Aufreißen der Sandböden, gelegentliche Mahd oder Beweidung, auf Entholungen, gezielte Bekämpfung von Polykormonpflanzen angewiesen, so daß zumindest ein Pflegemanagement wie die "Kontrollierte Brache" stattfinden muß (vgl. Kap. 2.1.2.6, S.116).

Bleiben diese Pflegeeingriffe aus und statt dessen die Brachesituation weiterhin bestehen, so bewirkt der Fortgang der Verbuschung, Verwaldung, Verhochstaudung, Verfilzung und Verheidung mit *Calluna vulgaris* oder *Vaccinium*-Arten den Abbau der entomofaunistisch und anfangs auch floristisch wertvollen Stadien in relativ artenarme Brachegras-, Heidekraut- und Vorwald-Stadien. Mit dem Auftreten ausgedehnter Brachegras-Verfilzungen, Verhochstaudungen und Vorwald-Gruppen verliert sich zugleich immer mehr das markante und unverwechselbare Erscheinungsbild der Sandrasen-Lebensräume: erhebliche Änderungen des Landschaftsbildes sind somit in Kauf zu nehmen.

Bei Verbrachung eines Sandrasen-Lebensraumes fallen mit zunehmendem Vegetationsschluß die besonders gefährdeten, vielfach akut vom Aussterben bedrohten, xerothermophilen Tierarten bald aus. Typische Arten früher Sandrasen-Stadien sind vielfach ebenfalls gefährdet (wenn auch meist weniger akut), da auch sie nur überleben können, solange der trockenwarme Standortcharakter erhalten bleibt und sie bei fortschreitender Verbuschung und Verwaldung nicht durch Waldarten verdrängt werden.

Bei langzeitiger Brache eines Sandrasen-Lebensraumes ist das Verschwinden der Charakterarten dieses Lebensraumes unumgänglich. Der Standortcharakter wird allmählich nivelliert: Die Sandböden werden zunehmend konsolidiert; Humusanreicherungen, Streufilzbildungen und Nadelstreuauflagen und zunehmende Beschattung heben allmählich den vormals extremen Standortcharakter auf, so daß Offensandbewohner wie die Blaue Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*), Tier- und Pflanzenarten der Halbschlußstadien wie der Steppen-Grashüpfer (*Chorthippus vagans*) und die Sandstrohlume (*Helichrysum arenarium*) zum Verschwinden verurteilt sind. Dasselbe Schicksal ereilt die Bewohner der lichten Sand-Kiefernwälder, die wie das Doldige

Winterlieb (*Chimaphila umbellata*), die Flachbärlappe (*Diphysium*-Arten) oder die Frühlings-Küchenschelle (*Pulsatilla vernalis*) auf humusarmes Substrat angewiesen sind. Fällt das Streurechen weg, so entzieht die Entstehung mehrere cm mächtiger Moderhumus- oder Rohhumusdecken unter dem Kiefernschirm diesen Arten ihre standörtliche Grundlage.

Erfolgt die Verdrängung der Tier- und Pflanzenwelt der Sandrasen-Lebensräume durch neophytische Gehölze wie die Robinie oder die Späte Traubekirsche oder durch neophytische Hochstauden wie die Kanadische Goldrute oder den Japanischen Staudenknocherich (*Reynoutria japonica*), so kann dieser Entwicklung noch nicht einmal das Prädikat "natürlich" zugestanden werden. Jahrhundertalte, mitteleuropäische Ökosystem-Typen wie die Sandrasen werden durch erst vor kurzem vom Menschen eingeschleppte Polykormon-Pflanzen verdrängt, die in Mitteleuropa lediglich zum Aufbau primitiver, artenarmer Lebensgemeinschaften imstande sind.

Die späte Brache-Stadien bevorzugenden Arten der Sandrasen-Lebensräume sind heute allenfalls ausnahmsweise gefährdet. Brachezustände stellen heute - jedenfalls verglichen mit annähernd traditionell genutzten Flächen - keine Mangelsituation dar. Für die Sandrasen-Lebensräume trifft heute vielmehr das Gegenteil zu. Nutzungs- und Pflegezustände stellen die Ausnahme, Verbrachungen heute die Regel dar. Aus diesem Sachverhalt ergeben sich entsprechende konzeptionelle Schlußfolgerungen (vgl. Kap. 4).

2.3 Nutzungsumwidmungen / Störeinflüsse

(Bearbeitet von B. Quinger)

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen von Nutzungsänderungen und Störeinflüssen auf Sandrasen behandelt, soweit sie für die Pflegekonzeptplanung relevant sind. Im ersten [Unterkapitel 2.3.1](#) werden zunächst die Auswirkungen der Aufforstung beschrieben. In Anknüpfung an das vorhergehende "Sukzessionskapitel" ([Kap. 2.2](#), S. 120) werden Brache und Aufforstung miteinander verglichen. Ebenso wie die Aufforstungen wirken sich auch Eutrophierungen wohl fast ausschließlich negativ auf Sandrasen-Lebensgemeinschaften aus. Im [Unterkapitel 2.3.2](#) (S.131) wird dargestellt, anhand welcher "Warnarten" sich schleichende Eutrophierungen erkennen lassen. Das dritte Unterkapitel ([Kap. 2.3.3](#), S.135) beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Freizeit- und Erholungsbetriebes auf Sandrasen-Lebensräume.

2.3.1 Aufforstung

Aufforstungen stellen a priori eine Zerstörungsform von Sandrasen-Lebensräumen dar. Eine ausführliche Schilderung der Auswirkung der Aufforstung auf die Sandrasen-Vegetation und -Fauna erübrigt sich daher, zumal die Auswirkungen der Beschat-

tung schon im Sukzessionskapitel behandelt wurden.

Letztendlich führen auf den Sandrasen auf die Dauer sowohl Brache wie Aufforstung zu einer +/- geschlossenen Bewaldung. Während bei Brache sich jedoch zunächst mehrere, nebeneinander ablaufende Sukzessionsprozesse beobachten lassen, die während der Divergenzphase (vgl. [Kap. 2.2.1.1](#), S.120) zu einer Differenzierung zwischen verbuschten, verwaldeten, schwach verfilzten und stark verfilzten Partien führen, verursacht die Aufforstung von vornherein eine Monotonisierung des Lebensraumes. Bei Brache erfolgt diese Monotonisierung erst mit Einsetzen der Konvergenz-Phase (vgl. [Kap. 2.2.1.1](#), S.120) nach etwa 15-30 Jahren.

Verfilzungen mit dem Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) und Vergrasungen mit der Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*) kommen zwar in Kiefernauaufforstungen zunächst ebenfalls in Gang. Mit Erreichen des Kronenschlusses werden Verfilzung und Versaumung wegen Lichtmangel sehr stark behindert, jedoch häufig nicht völlig unterdrückt wie es etwa in Fichtenaufforstungen der Fall ist. Nichtsdestoweniger läßt die in Kiefernforsten übliche Bestockungsdichte nur das Überleben ausgesprochen schattenverträglicher Sand-Arten zu. Anspruchsvollere, lichtbedürftige Sandrasen-Arten lassen sich zumeist in 20-30 Jahre alten, dichten Kiefern-Forsten nicht mehr oder nur noch äußerst spärlich auffinden.

Die geschlossenen Nadelstreu-Auflagen in Kiefern-Aufforstungen verursachen, wie ausführlich in [Kap. 2.2.1.3.1](#) (S.123) behandelt, die Entstehung mehrere cm mächtiger Moder- oder Rohhumushorizonte. Die damit verbundene drastische Absenkung des pH-Wertes auf 4-5 führt zu einer erheblichen Veränderung der edaphischen Verhältnisse im Wurzelraum der Bodenvegetation. Insbesondere wird die Basenversorgung der Bodenvegetation durch derartige Nadelstreu-Moderhumusaufgaben drastisch reduziert. Die Entfernung der Nadelstreu-Moderhumusaufgaben verbessert bei Wiederherstellungsbemühungen die Regenerationschancen der Sandrasen-Vegetation ganz erheblich (vgl. [Kap. 2.5.1.4](#), S.145 und [Kap. 2.5.2](#), S.146).

2.3.2 Eutrophierung

Ebenso wie bei den Kalk- und den Silikatmagerrasen ist die Armut an pflanzenverfügbaren Nährstoffen eine elementare Voraussetzung für das Vorkommen der Sandrasen-Vegetation (vgl. [Kap. 1.7.1](#)). Die Stickstoff- und die Phosphornachlieferung in den Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen bewegt sich in etwa in demselben Rahmen wie bei Kalk-Halbtrockenrasen; in den Silbergrasfluren kann sie sogar erheblich darunter liegen (vgl. [Kap. 1.3.3](#) und [JECKEL 1984: 109 ff.](#)). Die Nährstoffarmut der Sandböden beruht in erster Linie auf den Substrateigenschaften dieser Bodenart. Insbesondere reine Quarzsande liefern bei Verwitterungsvorgängen nur sehr geringe Mineralstoffmengen nach. Das früher weithin übliche Streurechen und die Beweidung haben zu den extremen Nährstoffdefiziten mit beige-

tragen. Außerdem ist das Sorptionsvermögen der humusarmen Sande für pflanzenverfügbare Ionen sehr gering, so daß nur wenig eingebrachte Nährstoffe gebunden werden können. Auf vergleichsweise humusreichen Sanden sind die Voraussetzungen zur Bindung von eingebrachten Nährstoffen wesentlich günstiger (Humus-Kolloide wirken als Ionen-Austauscher und erhöhen das Sorptionsvermögen).

Werden in einen Sandrasen Nährstoffe eingebracht, so vermögen anspruchsvollere Ruderal- und Wiesenpflanzen Fuß zu fassen. Diese Arten sind instande, die konkurrenzschwache, sehr genügsame Sandrasenvegetation zu verdrängen. Eine große Zahl der heute in Bayern noch existierenden Sandrasen und Sandrasenreste zeigt Eutrophierungsschäden (vgl. Kapitel 1.11.2.3). Dies gilt leider auch in großem Umfang für Sandrasen, die als Naturschutzgebiete oder als flächenhafte Naturdenkmäler gesetzlichen Schutz genießen. Unbeabsichtigte Nährstoffeinträge erfolgen zumeist von benachbarten, intensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen aus, die in geringer Entfernung von den Sandrasen liegen, so daß beispielsweise erhebliche Düngermengen eingeweht werden können. Durch Windtransport werden Düngestoffe mitunter weit ins Sandrasen-Innere verdriftet und auf diese Weise eine schleichende Eutrophierung bewirkt. In Sandrasen-Naturschutzgebieten wie dem Astheimer und dem Pettstadter Sand, die inmitten von landwirtschaftlichem Kulturland liegen, lassen sich bis fast ins Zentrum hinein Eutrophierungszeiger nachweisen.

Besonders betroffen von unbeabsichtigten Eutrophierungen sind naturgemäß zumeist die Randbereiche der Sandrasen. Ins Gewicht fallen derartige randliche Eutrophierungen vor allem bei relativ kleinen Sandrasen-Resten, da ein großer Flächenanteil oder sogar der gesamte Rasen von diesem Vorgang erfaßt wird. Die durch randliche Eutrophierungen verursachten Flächen-Verluste an Sandrasen sind in solchen Fällen entsprechend besonders groß. Da Eutrophierungen - wie gesagt - die existentiellen Lebensbedingungen der Sandrasen per se untergraben, muß bei der festzulegenden Pflegeplanung Eutrophierungen weitestmöglich entgegengewirkt werden. Woran sind "schleichende" Eutrophierungen zu erkennen, wie wirken sie sich aus ?

Das Ausmaß der Störung und somit der Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung hängt von der Art, der Intensität und der Dauer der zusätzlichen Nährstoffanlieferungen ab. Bisweilen läßt sich schon aus der Distanz erkennen, daß Sandrasen oder Teile davon eutrophiert sind. Eine größere Wuchshöhe und Wuchsdichte der Vegetation läßt den begründeten Verdacht aufkommen, daß ein Sandrasen Nährstoffeinträge bezieht oder früher zumindest vorübergehend gedüngt worden ist.

Bezeichnend für eutrophierte Sandrasen ist zudem eine vorzeitige, bereits im Juli erfolgende,

bleichfarbene Verstrohung, die zumeist von eingewanderten Fettgräsern wie *Arrhenatherum elatius* (Glatthafer) und *Dactylis glomerata* (Knäuelgras) verursacht wird. Intakte Sandrasen beginnen erst im September, ihre sommerliche graugrün-graublaue ("glauk") Farbe gegen eine herbstliche, eher graubraune Farbe einzutauschen. Im Frühjahr zeigt ein Sandrasen mit Eutrophierungsschäden "frische" Grüneinfärbungen, die durch Gräser des Wirtschaftsgrünlandes verursacht sind. Auch in dieser Jahreszeit fallen Eutrophierungsschäden daher dem geübten Beobachter sofort auf (vgl. Foto 5, Foto 6).

Ruderalisierungen und Eutrophierungen von Sandrasen können auch durch das Überhandnehmen von Kaninchen verursacht werden. Die Wühlarbeiten und große Kotmengen begünstigen die Ansiedlung von eutraphenten Ruderalarten (BEMMERLEIN-LUX 1992, mdl.).

Nachfolgend werden einige Artenlisten von Blütenpflanzen-Gruppen zusammengestellt, die von einem verbesserten Nährstoffangebot in Sandrasen profitieren. Diese Listen können vorläufig nur einen provisorischen Charakter haben und müssen zudem auf die örtlichen Verhältnisse hin modifiziert werden (einige Ergänzungen möglich, einige Streichungen erforderlich). Da den eutrophierten Sandrasen bisher kaum Aufmerksamkeit zuteil wurde, existieren im deutschsprachigen Raum keine publizierten Untersuchungen zu den Vegetationsveränderungen, die sich auf diesem Rasentyp vollziehen.

Vorläufig sollen die Gefäßpflanzen, die offensichtlich zu den Nutznießern von Eutrophierungen gehören und die sich deshalb als Zeiger- bzw. "Warnarten" (vgl. EGLOFF 1986) für diesen Störeinfluß eignen, unter Auswertung der eigenen Aufzeichnungen (QUINGER/N.MEYER), wie folgt gruppiert werden:

- 1) Bezeichnende Arten der Sandrasen (THERO-AIRION, CORYNEPHORION, ARMERIO-FESTUCETUM). Bei einer schwachen Eutrophierung werden diese Arten offenbar zunächst deutlich gefördert und treten in auffälligen Herden oder in Individuenzahlen und Deckungsgraden auf, wie es in ungestörten Sandrasen niemals zu beobachten ist.

| | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| <i>Artemisia campestris</i> | Feld-Beifuß |
| <i>Dianthus carthusianorum</i> | Karthäuser-Nelke |
| <i>Erodium cicutarium</i> | Reiherschnabel |
| <i>Galium verum</i> | Echtes Labkraut |
| <i>Herniaria glabra</i> | Kahles Bruchkraut |
| <i>Potentilla argentea</i> | Silber-Fingerkraut |
| <i>Rumex acetosella</i> agg. | Artengruppe des Zwerg-Sauerampfers |
| <i>Scleranthus annuus</i> | Einjähriges Knäuelkraut |
| <i>Trifolium arvense</i> | Hasen-Klee |
| <i>Vulpia bromoides</i> | Trespen-Federschwingel |
| <i>Vulpia myuros</i> | Mäuse-Federschwingel* |

* Die beiden letztgenannten Arten sind selten und kommen nur in Nordbayern vor.

2) Sandruderalpflanzen der Klassen CHENOPODIETEA UND ARTEMISIETEA.

Hierbei handelt es sich um eutraphente, thermophile und recht trockenheitsverträgliche Arten, die in den Sandgebieten der tiefgelegenen, wärmebegünstigten Beckenlandschaften ihren oder wenigstens einen Verbreitungsschwerpunkt haben.

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| <i>Artemisia absinthium</i> | Wermut |
| <i>Asparagus officinalis</i> | Wilder Spargel |
| <i>Berteroa incana</i> | Graukresse |
| <i>Chondrilla juncea</i> | Binsen-Knorpelsalat |
| <i>Crepis tectorum</i> | Mauer-Pippau |
| <i>Diploxys tenuifolia</i> | Schmalblättriger Doppelsame |
| <i>Eragrostis minor</i> | Kleines Liebesgras |
| <i>Plantago indica</i> | Sand-Wegerich |

3) Ruderalpflanzen, z.T. auch Hackunkräuter mit breiter standörtlicher Amplitude. Häufig in eutrophisierte, offene Sandfluren eindringend.

| | |
|---|-------------------------------|
| <i>Bromus tectorum</i> | Dach-Trespe |
| <i>Conyza canadensis</i> | Kanadisches Berufskraut |
| <i>Digitaria ischaemum</i> | Faden-Fingergras |
| <i>Echium vulgare</i> | Natternkopf |
| <i>Hordeum murinum</i> | Mäusegerste |
| <i>Lepidium virginicum</i> | Virginische Kresse |
| <i>Melilotus albus</i> | Weißer Steinklee |
| <i>Melilotus officinalis</i> | Gelber Steinklee |
| <i>Oenothera biennis</i> | Großblütige Nachtkerze |
| <i>Poa compressa</i> | Zusammengedrücktes Rispengras |
| <i>Senecio vernalis</i> | Frühlings-Greiskraut |
| <i>Senecio viscosus</i> | Klebriges Greiskraut |
| <i>Setaria glauca</i> | Rote Borstenhirse |
| <i>Setaria viridis</i> | Grüne Borstenhirse |
| <i>Solanum nigrum</i> | Schwarzer Nachtschatten |
| <i>Spergula arvensis</i> | Acker-Spörgel |
| <i>Verbascum thapsiforme</i> (= <i>densiflorum</i>) | Großblütige Königs-kerze |

4) Arten ruderalisierter Wiesen und Rasen. Bei Eutrophierungen vor allem in den halbgeschlossenen und geschlossenen Sandrasen auftretend, weniger in den offenen Sandfluren. Einige Arten sind auf sommerwarme, tiefgelegene Bereiche beschränkt. Ein besonders auffälliger und häufig auftretender Störanzeiger in Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM) des unteren Rednitz-Regnitz-Beckens und des Maingebietes ist der Straußblütige Ampfer (*Rumex thyrsiflorus*)!

| | |
|--|--------------------------|
| <i>Elymus</i> (= <i>Agropyron</i>) <i>repens</i> | Quecke |
| <i>Carex hirta</i> | Behaarte Segge |
| <i>Centaurea stoebe</i> (= <i>C. paniculata</i>) | Rispen-Flockenblume |
| <i>Crepis capillaris</i> | Haar-Pippau |
| <i>Hypericum perforatum</i> | Tüpfel-Hartheu |
| <i>Hypochoeris radicata</i> | Gewöhnliches Ferkelkraut |
| <i>Malva alcea</i> | Siegmarswurz |
| <i>Poa trivialis</i> | Gewöhnliches |

| | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Rumex thyrsiflorus</i> | Rispengras Straußblütiger Ampfer |
| <i>Saponaria officinalis</i> | Gewöhnliches Seifenkraut |
| <i>Silene alba</i> | Weißes Lichtnelke |

5) Typische Arten der Fettwiesen und Halbfettwiesen (ARRHENATHERION). Diese Artengruppe faßt vor allem in Halbschluß- und in Vollschlußstadien der Sandrasen Fuß, die bereits über humose Wurzelhorizonte verfügen. In offenen, "blanken" Sandfluren spielen diese Arten auch im Eutrophierungsfall keine oder nur eine untergeordnete Rolle.

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | Glatthafer |
| <i>Achillea millefolium</i> | Schafgarbe |
| <i>Centaurea jacea</i> | Wiesen-Flockenblume |
| <i>Chrysanthemum leuc.</i> | Margerite |
| <i>Dactylis glomerata</i> | Knäuelgras |
| <i>Lolium perenne</i> | Ausdauerndes Weidelgras |
| <i>Galium mollugo</i> | Wiesen-Labkraut |
| <i>Poa pratensis</i> | Wiesen-Rispe |
| <i>Trifolium pratense</i> | Rot-Klee |
| <i>Trifolium repens</i> | Weiß-Klee |

6) An etwas beschatteten Stellen oder in Waldrandnähe von Eutrophierungen begünstigte Arten:

| | |
|-------------------------------|--|
| <i>Calamagrostis epigeios</i> | Land-Reitgras |
| <i>Rubus fruticosus</i> agg. | versch. Kleinarten des Brombeer-Aggregates |
| <i>Rubus idaeus</i> | Himbeere |

7) Arten ausdauernder Hochstauden-Ruderalfluren; derartige Hochstaudenfluren sind im Verlauf einer durch Eutrophierung verursachten Sukzession aus offenen Sandfluren hervorgegangen.

| | |
|---------------------------|---------------------|
| <i>Artemisia vulgaris</i> | Gewöhnlicher Beifuß |
| <i>Carduus crispus</i> | Krause Distel |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | Rainfarn |

2.3.3 Belastungen von Sandrasen durch Freizeitnutzung und Benutzerbetrieb (z.B. als militärisches Übungsgelände)

Als sehr schwerwiegender Belastungsfaktor in Sandrasen können sich die Auswirkungen herausstellen, die mit dem Besucher- und dem Benutzerbetrieb einhergehen. Naturgemäß sind Sandrasen in der Nähe oder innerhalb von Ballungsräumen dem Andrang der Erholungssuchenden in besonderem Maße ausgesetzt. Als exemplarisches Beispiel kann in Süddeutschland der Mainzer Sand in Rheinland-Pfalz gelten; ebenso die Pferdriedsdüne bei Sandhausen, die eingezäunt werden mußte, um sie vor dem Besucherandrang zu schützen.

In Bayern zeigt die Mehrzahl der als Naturschutzgebiete geschützten Sandrasen erhebliche Schädigungen durch den Besucherverkehr, unter anderem der Astheimer Sand bei Volkach und die Offenstettener Dünen bei Abensberg. Bei dem Besucherverkehr handelt es sich keineswegs nur um Spaziergänger. Geradezu ein Charakteristikum der offenen Sandflu-

ren ist ihre Anziehungskraft für den Motocross-Sport. Das sehr unruhig gegliederte und abwechslungsreiche Dünenrelief der Offenstettener Dünen, mit Höhenunterschieden bis zu über 5 Metern auf kleinem Raum, übt einen großen Reiz insbesondere auf die Besitzer von Enduro-Maschinen aus, die hier die technischen Möglichkeiten ihrer Maschinen voll zur Wirkung bringen können.

Traditionell gehören die süddeutschen Flugsandgebiete zu den besonders beanspruchten militärischen Übungsflächen. Mit schweren Kettenfahrzeugen befahrene Sandrasen präsentieren sich bald in einem totalen Degradations-Stadium, wie es etwa auf dem Panzerübungsgelände am Mainzer Sand gegenüber der Autobahn zu betrachten ist, ebenso in Bayern auf Truppenübungsplätzen im Amberger Raum. Leider sind diese Schäden keineswegs so ohne weiteres reversibel; häufig wird beispielsweise das unter geringmächtigen Flugsanddecken anstehende Material, das sich durch vollkommen andere Substrateigenschaften auszeichnet, nach oben "gewühlt". Vertikal von oben nach unten gerichtete Stoffgradienten in den Flugsanddecken gehen dabei völlig verloren oder werden sogar in ihr Gegenteil verkehrt. Nicht selten wird daher auf Panzerübungsplätzen die standörtliche Grundlage für eine oligotraphente Sandrasenvegetation zerstört.

Auch dem immer wieder zu hörenden, undifferenzierten Guthießen von mechanischen Belastungen in offenen Sandfluren durch nichtmotorisierte Besucher ("Tritt nützt der Silbergrasflur!") kann nicht pauschal zugestimmt werden: Zwar erzeugt der "Tritt" neue Offensandstandorte in Sandrasengebieten, so daß etwa die Silbergrasflur (CORYNEPHORETUM) und die Kleinschmielen-Fluren (THEROAI-RION-GES.) neue Wuchsorte vorfinden. Oft wiegen die auftretenden Schäden durch Zerstörung der wertvollen Halbschlußstadien jedoch wesentlich schwerer als der Nutzen, wenn keine angemessene Lenkung des Besucherverkehrs erfolgt.

Als die wichtigsten Wirkungsfaktoren des Freizeit- und Benutzerbetriebes in Sandrasen-Lebensräumen können der Tritt und die Beunruhigung gelten. Während vom Tritt auch positive Auswirkungen für die Erhaltung bestimmter Pflanzengemeinschaften in Sandrasen ausgehen können, ist die Beunruhigung ausschließlich negativ zu bewerten.

2.3.3.1 Trittfaktor

Die auslesenden Eigenschaften des Tritts auf Flora und Vegetation beruhen in Magerrasen nach OBERGFÖLL (1984:119) in erster Linie auf mechanischen Quetschungen, die die Austrocknung der Pflanzen fördern. Die Assimilationsfläche wird verringert, der Gesamtdeckungsgrad reduziert, die Wuchshöhe sinkt, die Blühwilligkeit wird negativ beeinflusst. Bei starker Trittbelastung werden die Sande wieder vegetationsfrei, wobei verfestigte Sande wieder locker getreten werden und verwehen. Nur stark humose Sande neigen bisweilen auch zur Verdichtung (vgl. auch Kap. 1.11.3.4, S. 103)

2.3.3.1.1 Trittbegünstigte Pflanzenarten in Sandrasen

Auf lange Sicht profitieren einige Sandrasenpflanzen vom Tritt; sei es, daß sie trittresistenter sind als die ihnen sonst überlegene Konkurrenz, sei es, daß sie als Pionierarten schneller auf nicht mehr betretene, aufgelassene Wege vorstoßen können. Allerdings gilt dies nur, wenn zu dem Tritt keine Eutrophierungen hinzutreten. Denn auf trittbelasteten, stark humosen und eutrophierten Sanden stellt sich mit dem Weidelgras-Wegerich-Rasen (LOLIO-PLANTAGINETUM) lediglich eine "Allerwelts-Trittgesellschaft" ein.

Werden bereits festgelegte Sande wieder geöffnet und lockergetreten, so profitiert davon die Silbergrasflur, die jedoch in Sand-Ökosystemen auch anderweitig gefördert werden kann. Einige oligo- und mesotraphente Pflanzenarten offener Sand-Standorte meiden jedoch die lockeren Flugsande und ziehen ein \pm -verfestigtes Substrat vor. Einige Sandrasenpflanzen lassen eine deutliche Bindung an Wegränder und an ehemals betretene Stellen erkennen. Zu diesen Sandpflanzen gehören:

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| <i>Aira caryophylla</i> | Nelkenhafer |
| <i>Aira praecox</i> | Früher Schmielenhafer |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> | Sand-Hornkraut |
| <i>Herniaria glabra</i> | Kahles Bruchkraut |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> | Sprossende Felsennelke |
| <i>Sagina ciliata</i> | Wimper-Mastkraut |
| <i>Saxifraga tridactylites</i> | Dreifinger-Steinbrech |
| <i>Spergularia rubra</i> | Roter Spörgel |
| <i>Vulpia bromoides</i> | Trespen-Federschwingel |
| <i>Vulpia myuros</i> | Mäuse-Federschwingel |

Die Vertreter dieser Artengruppe sind aus Naturschutzsicht durchweg beachtenswert, einige stehen sogar auf der Roten Liste Bayern und sind dort als "stark gefährdet" eingestuft, wie z.B. die beiden *Aira*-Arten (vgl. Kap. 1.9.1.1.1).

Nicht selten beobachtet man in Sandrasen-Gebieten auf betretenen und befahrenen Stellen die Ubiquisten der Breitwegerich-Trittgesellschaften (PLANTAGINETEA-GES.). Dies ist insbesondere auf humosen (=verbesserter Wasser- und Nährstoffhaushalt) Sanden der Fall, zumal wenn zusätzlich Eutrophierungen erfolgt sind. Zu den eutraphenten Trittpflanzen gehören:

| | |
|-----------------------------|---|
| <i>Carex hirta</i> | Behaarte Segge |
| <i>Cynosurus cristatus</i> | Kammgras |
| <i>Juncus tenuis</i> | Zarte Binse |
| <i>Lolium perenne</i> | Ausdauernder Lolch/ Englisches Raygras |
| <i>Plantago major</i> | Breit-Wegerich |
| <i>Poa annua</i> | Einjähriges Rispengras |
| <i>Polygonum arenastrum</i> | Gleichblättriger Vogelknöterich |

Außer *Carex hirta* und *Polygonum arenastrum* sind die Vertreter dieser Artengruppen innerhalb der Sandfluren weitgehend auf humusreiche Standorte beschränkt.

Schließlich sei noch auf das Rote Straußgras (*Agrostis tenuis*) und auf den Dreizahn (*Danthonia*

decumbens) hingewiesen, die in Vollschluß-Sandrasen (z.B. Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen) Trittbelastungen anzeigen können.

2.3.3.1.2 Trittempfindliche Vegetation und Strukturtypen in Sandrasen

Aus Artenschutzgründen besonders wertvolle Vegetations- und Struktur-Typen reagieren leider auf Trittbelastung sehr empfindlich:

- Insbesondere gilt dies für moos- und flechtenreiche Halbschlußstadien in den Sandrasen. In diesen Halbschlußstadien sind besonders seltene und stark gefährdete Arten wie die Silberscharte, die Sandstrohblume, die Sand-Wicke und andere konzentriert (vgl. Kap. 1.4.2.). Werden die Halbschlußstadien mit Tritt belastet, so erfolgt eine rasche Zerstörung der Kryptogamengemeinschaften und die Vegetation wird (bestenfalls!) auf ein artenarmes Pionierstadium zurückgeworfen. Zwar ist ein *Jurinea*-Stock relativ trittresistent; zum erfolgreichen Aufkeimen benötigt die Pflanze jedoch intakte Kryptogamen-Teppiche (vgl. Kap. 1.4.2), so daß *Jurinea cyanoides* mit der Zeit verschwindet, wenn sich die Halbschlußstadien "auflösen" (vgl. PHILIPPI 1971a: 76 ff.). Ähnliches gilt für die Sandstrohblume (vgl. Kap. 1.4.2).

Behält man den Umstand im Auge, daß die Entwicklung solcher Halbschlußstadien sich von vegetationsfreien Sanden aus nur selten in weniger als 10 Jahren vollzieht, oft jedoch länger als 50 Jahre benötigt, so kann man den gravierenden Schaden ermessen, den ihre Zerstörung durch Tritt bedeutet.

- Als sehr schädlich und aus naturschutzbezogenen Erwägungen nicht hinnehmbar hat sich das Betreten der vegetationsfreien Sande während des Sommerhalbjahres herausgestellt. Fast zwangsläufig ist damit die Zerstörung der Wohnröhren und der Nester der sandbewohnenden Insektenarten verbunden. So fallen zum Beispiel dem Tritt die Fangtrichter des Ameisenlöwen (*Myrmeleon spec.*) und die Erdnester der Sandbienen (z.B. Gattung *Andrena*) zum Opfer. Das Betreten der sandigen Wildbienen-Brutplätze führt wegen der starken Veränderungen des Mikroreliefs dazu, daß die im Sandboden nistenden Bienen ihre Nester nicht mehr wiederfinden und daher Brutverluste unvermeidlich sind (vgl. WESTRICH 1989: 76). Die vollständige Zerstörung einer Niströhre ist daher "nicht notwendig", um einen Brutabbruch zu verursachen.

2.3.3.2 Beunruhigung

Ausschließlich negativ zu beurteilen ist die Beunruhigung. Hierunter sind mittelbare Störungen zu verstehen, die ein Tier zum Flüchten vor dem eindringenden Menschen und seinen Begleitern (freilaufende Hunde!) oder vor eindringenden Fahrzeugen veranlassen. Geschieht dies zu oft, so wird beispielsweise der gesamte Fortpflanzungserfolg einer Art in Frage gestellt oder sogar unmöglich gemacht. Emp-

findliche Tiere können schon durch wenige Störungen zur Aufgabe ihres Aufenthaltsgebietes veranlaßt werden, wobei sich solche Arten nicht selten überdies durch hohe Fluchtdistanzen auszeichnen. Als besonders empfindliche und zugleich hochwertige Tierarten der Sandrasen-Lebensräume müssen Vögel wie der Ziegenmelker und der Brachpieper gelten.

2.4 Pufferung und Erweiterung

(Bearbeitet von B. Quinger)

Um Störeinflüsse wie Eutrophierungen (vgl. Kap. 2.3.2, S.131) von Sandrasen fernzuhalten, sind **Abpufferungen** notwendig. Der Abpufferungsbedarf eines Sandrasens steht dabei in einem direkten Verhältnis zur Eintragsgefahr von Nährstoffen, Aerosolen, Herbizid- und Insektizidtröpfchen. Auf Abpufferungsmöglichkeiten und ihre Wirkungen wird im ersten Unterkapitel (Kap. 2.4.1) eingegangen. Ein wirksames Ausschalten von Störeinflüssen kann **Erweiterungen** von Sandrasen und Sandfluren erfordern, die im zweiten Unterkapitel (Kap. 2.4.2, S.137) behandelt werden.

2.4.1 Abpufferung

Abpufferung stellt den Versuch dar, den Eintrag von unerwünschten Nährstoffen wirksam zu unterbinden. Wichtigster Gefährdungsfaktor in diesem Zusammenhang sind die Stoffinputs in Sandrasen, die von intensiv genutzten Agrarflächen aus erfolgen. Darüber hinaus können nicht unerhebliche Stoffeinträge auch von Verkehrsstraßen, insbesondere von stark befahrenen Fernstraßen, gelegentlich auch vom Siedlungsbereich aus vorkommen. Stoffzuflüsse erfolgen zum einen über den Luftweg, zum anderen als lateraler Stofftransport an der Bodenoberfläche mit dem Oberflächenwasser oder im Boden mit dem Bodenwasser als Transportmedium. Stoffzuflüsse über den Luftweg spielen bei Sandrasen zu meist eine erheblich wichtigere Rolle als Wassertransporte. Äolische Transporte können durch Anlage von "Windschutzstreifen" wie Schutzhecken unterbunden werden (vgl. Kap. 2.4.1.1), aquatische Transporte durch Abfanggräben (vgl. Kap. 2.4.1.2, S.136).

2.4.1.1 Windschutzstreifen

Windschutzstreifen verändern die Windgeschwindigkeiten und das Windverhalten in ihrem Vorfeld, vor allem aber in ihrem Rückraum ganz erheblich. Die Wirkungsweise eines Windschutzstreifens hängt stark von der **Windstreifenhöhe H (= H)** und von seiner Durchlässigkeit ab. Enggepflanzte Fichten bilden nach van EIMERN & HACKEL (1979: 213) ein dichtes Hindernis, das vom Wind mehr oder weniger überströmt wird. Eine mittlere Dichtigkeit weisen Schutzpflanzungen aus 2-4reihigen Baum- und Strauchstreifen auf; die Bremswirkung solcher Streifen wird verstärkt, wenn zahlreiche, einzelne Bäume in unregelmäßigen Abständen über die mitt-

lere Höhe des Streifens als "Überhälter" herausragen (vgl. van EIMERN & HÄCKEL 1979: 214). Größere Lücken in den Streifen wirken wie Düsen, hinter denen sich der Wind sogar erheblich verstärken kann. In einreihigen Streifen entstehen besonders leicht große Lücken mit Düsenwirkung.

Wie bereits in **Kap. 2.1.2.1** (S.112) ausgeführt, wirkt eine geschlossene Hecke auf der Luv-Seite eines offenen Sandrasens wie ein dichter Windschutzstreifen. Im Abstandsbereich von Null bis 4-facher Windstreifenhöhe entsteht die stärkste windschwächende Wirkung, wobei Reduktionen bis auf 25% der Freiland-Geschwindigkeit erfolgen können. In diesem Abstandsbereich dringen die Verwirbelungsschleppen nicht bis auf den Boden vor (vgl. **Abb. 2/1**, S. 115).

Im Abstandsbereich von 4-8facher Windstreifenhöhe hinter dichten Windschutzstreifen beeinflussen die Verwirbelungen die Bodenoberfläche. In größeren Entfernungen erreichen die Winde allmählich wieder Freilandstärke, die Verwirbelungen treten weniger in Erscheinung. Ab 20-25 H nach dichten Hindernissen hört die windschwächende Wirkung auf. Bei einem lockeren Windschutz liegt die Zone der stärksten Windschwächung bei 4-8 H. Die Geschwindigkeit unterschreitet dabei jedoch nicht 30% der Freilandgeschwindigkeit. Die Verwirbelungen treten erst bei etwas größeren Abständen von ca. 5-15 H und oft nur bei starken Winden auf. Bei 30-40 H wird hinter "lockeren" Hindernissen die ungeschwächte Windstärke wieder erreicht.

Windschutzstreifen können erheblich dazu beitragen, die Einwehungen von unerwünschten Stoffen in einen Sandrasen zu unterbinden. Dabei kämten die Windschutzstreifen mittels ihrer Gehölze Aerosole nicht unmittelbar aus. Die von den Windschutzstreifen verursachten Veränderungen der Windgeschwindigkeiten und die Erzeugung von Verwirbelungen verändern den Depositionsort von Aerosolen ganz erheblich.

Ihrem Zweck, Eutrophierungen infolge von Einwehungen von Aerosolen und Tröpfchen in einen Sandrasen zu unterbinden, kann eine Schutzhecke deshalb nur nachkommen, wenn auf die Einhaltung der richtigen Abstände geachtet wird. **"Schutzhecken", die auf der Luv-Seite unmittelbar an Sandrasen angrenzen (Abstandsbereich 0-4 H), können ausgesprochen negative Wirkungen auslösen.** Die Windgeschwindigkeiten im heckennahen Sandrasenbereich werden sehr stark reduziert. Dort, wo die Windschwächung am stärksten ist, erfolgt zugleich eine Deposition ackerbürtiger Krumen- und Düngerteilchen, von Gülle-, Herbizid- und Pestizidtröpfchen, so daß gerade in dieser Zone die Eutrophierungen besonders stark sind. Als den Sandrasen nicht förderlich können auch Verwirbelungen (v.a. bei 4-10 H) gelten, die mit derartigen Stoffen angereichert sind.

Erst hinter dieser Verwirbelungs-Zone, wo die Aerosole und die Tröpfchen bereits weitgehend abgesetzt sind, entfaltet eine Schutzhecke uneingeschränkt ihren positiven Zweck für ein Sandrasen-Ökosystem. Der Abstand einer dichten Schutz-

hecke, die auf der Luv-Seite eines Sandrasens ihren Abpufferungszweck wahrnehmen soll, darf nicht unter 10, besser nicht unter 15-20 H zum Sandrasen betragen. **Eine dichte Hecke von 5 Meter Höhe entfaltet ihre Pufferfunktion erst ab 50 und optimal erst ab 75-100 Meter Abstand.** Bei lockeren Hecken liegt der Mindestabstand bei 15-20 H, der optimale Wirkungsbereich bei 25-30 H. Um nicht in den Windstaubereich (und damit wieder in einen Bereich erhöhter Deposition von Aerosolen) zu geraten, müssen dichte Windschutzstreifen auf der Leeseite einen Mindestabstand von 2 H, besser von 4-5 H aufweisen. Bei lockeren Windschutzstreifen liegen die notwendigen Abstandsbereiche auf der Lee-Seite etwa doppelt so hoch (vgl. van EIMERN & HÄCKEL 1979: 213).

Im Abstandsbereich von 15-20 H hinter dichten und von 25-30 H hinter mäßig dichten bis lockeren Windschutzstreifen wird die Freilandwindgeschwindigkeit annähernd wieder erreicht. Dies kann aus Sicht der Sandrasen-Erhaltung durchaus erwünscht sein. Diasporen-Transporte von anemochoren Arten werden durch die weit genug entfernte Windschutzhecke nicht allzusehr behindert. Zudem wird das Bestandesklima nicht unnötig abgemildert. Die Windexposition eines Sandrasens kann erheblich für eine extreme Standortbeschaffenheit (führt zu verstärktem Trockenstreß!) mitverantwortlich sein.

Zum Ausfilterungsgrad an Aerosolen, den im richtigen Abstandsbereich gepflanzte Hecken erreichen, liegt unseres Wissens bisher keine Literatur vor. Inwieweit mit Schutzhecken-Anlagen tatsächliche wirksame Abpufferungen erzielt werden können, entzieht sich mithin unserer Kenntnis. Selbstverständlich kann die Filterwirkung einer Hecke nur wirksam werden, wenn der Zwischenraum zwischen Sandrasen und Schutzhecke naturschutzbezogen genutzt und dort keine transportablen Nährstoffe ausgebracht werden. Auch bei Schutzheckenanlagen erfordert die Abpufferung wegen der notwendigen hohen Abstände eine erhebliche flächenmäßige Erweiterung des Gebietes, das naturschutzbezogen behandelt werden muß. Über die notwendigen Pufferabstände, die vorliegen müssen, wenn keine Windschutzstreifen zwischen einem Sandrasen und einer Agrarfläche mit einem erheblichen Aerosol-Output eingeschoben sind, fehlt es bis heute an gesicherten Erfahrungen. Zwischen der Kernzone eines Naturwaldreservates und einem Nährstoff-Emittenten sollen als Faustwert mindestens 100 Meter breite, bewaldete (!) Pufferzonen eingerichtet werden, die schutzzweckbezogen zu nutzen sind (ALBRECHT 1991, mdl.).

Aufs Offenland übertragen, werden lateral erfolgende Nährstoff-, Herbizid- und Insektizid-Einwehungen auf der Luv-Seite wahrscheinlich erst bei Abständen von mindestens 200-300 Meter vernachlässigbar gering.

2.4.1.2 Abfanggräben

Die Abpufferung der Sandrasen-Lebensräume von Nährstoffeinträgen mittels Abfanggräben spielt na-

turgemäß auch potentiell nur eine geringe Rolle, da Nährstoffe diesem Lebensraum-Typ nur selten durch Oberflächenwasser oder Bodenwasser zugeführt werden. Bei Terrassen-Sandrasen in den Talflanken des Maintals, an die an der Oberseite intensiv genutzte landwirtschaftliche oder gärtnerische Kulturflächen anschließen, können Nährstoffeinträge nach Starkregen über zufließendes Oberflächenwasser erfolgen. Etwa 0,3 bis 0,5 Meter tiefe Abfanggräben können das nährstoff- und schadstoffbelastete Oberflächenwasser zurückhalten, das dem zu schützenden Sandrasen-Gebiet zuströmt.

2.4.2 Erweiterung

Wirksame Abpufferungen können letztlich ihren Zweck nur erfüllen, wenn die Größe der abgepufferter Sandrasen-Fläche ausreicht, um wenigstens die wichtigsten Ziele, wie Erhaltung der Lebensgemeinschaft und einiger gefährdeter Arten, zu erreichen. In den Kapiteln 1.11.2.1 wurde schon auf die oftmals nur noch sehr geringe Größe und auf die Zersplitterungen der Sandrasen hingewiesen und die Gefährdung betont, die sich aus dieser Zustandsbeschaffenheit ergibt.

Größenmaße und somit **Minimum-Areale** für den Lebensraum-Typ Sandrasen/Sandflur zu benennen, welche ausreichen, um Sandökosystem-Lebensgemeinschaften auf Dauer zu erhalten, scheint nicht möglich zu sein. Dieser für Arten- und Biotopschutz-Überlegungen grundsätzlich so wichtige Faktor müßte für jede lokale Konstellation eigends bestimmt werden, wobei es fraglich ist, ob sich bei einer derartigen Vorgehensweise überhaupt verwertbare Resultate erzielen ließen. Dennoch stellt das Instrument "Erweiterung" eine sinnvolle und wichtige "Möglichkeit für Pflege und Entwicklung" in der Naturschutzpraxis dar und hat deshalb ein Anrecht, im Kapitel 2 dieses Bandes behandelt zu werden:

- Die "Erweiterung" eines "Pflege- und Entwicklungsgebietes" stellt häufig die Grundvoraussetzung für erfolversprechende Pufferungen dar, die wenigstens kurz- oder mittelfristig weitere Degradationen vorhandener Sandrasen-Reste aufgrund von Schadstoffeinträgen unterbinden oder wenigstens erheblich abdämpfen.
- Die "Erweiterung" eines "Pflege- und Entwicklungsgebietes" kann die Voraussetzung dafür darstellen, das Gebiet überhaupt pflegbar zu machen. Schafweiden-Reste unter 2-3 Hektar Größe eignen sich nicht mehr oder nur noch eingeschränkt für die Beweidung durch den Schäfer, Flächen unter 1.000-2.000 m² Größe werden in der Regel nicht mehr gemäht. Handelt es sich bei dem **Minimum-Areal** um eine theoretische, in der Praxis kaum verwertbare Größe, so stellt im Unterschied dazu die "**Mindest-Pflegegröße**" ein relativ leicht ermittelbares Maß dar. Im realen Naturschutz-Geschehen steht und fällt ein Sandrasen-Pflegegebiet damit, ob es diese Mindest-Pflegegröße erreicht oder nicht. (Näheres zum "Minimum-Areal" in [Kap. 2.6.1.1](#), S.151

unter Punkt 2, Näheres zur Mindest-Pflegegröße in Kap. 3.3.)

- Die "Erweiterung" eines "Pflege- und Entwicklungsgebietes" über das vormalige Kerngebiet hinaus stellt die Voraussetzung für Regenerationsbemühungen im Umfeld der Restfläche, für Neuanlagen und für Verbesserungen der Verbund-Situation dar. Eine fundierte Pflege- und Entwicklungsplanung wird ohne Wiederherstellungs- und Vernetzungsbemühungen nicht auskommen, wenn die Restflächen eindeutig zu klein und die Zersplitterungen zu groß geworden sind. In den beiden anschließenden Kapiteln 2.5 und 2.6 wird deshalb ausführlich auf die Auswirkungen von Wiederherstellungs- und Verbundmaßnahmen eingegangen.

2.5 Wiederherstellung und Neuanlage

(Bearbeitet von B. Quinger)

Gepflegt werden Flächen, die als Sandrasen bzw. als deren Kontaktgemeinschaften (z.B. lichte, hagere Sand-Kiefernwälder) gelten können. Wiederherstellung und Neuanlage erfolgen dagegen auf Flächen, die zumindest zu Beginn der naturschutzbezogenen Maßnahmen nicht mehr den Sandrasen und deren Kontaktgemeinschaften zugerechnet werden können.

In der Pflege- und Entwicklungsplanung spielen Wiederherstellung und Neuanlage von Sandrasen eine zunehmend wichtige Rolle. Die stark geschrumpften und zumeist extrem bedrohten Sandrasen-Bestände genügen vielfach nicht mehr den Mindestanforderungen für eine dauerhafte Sicherung der charakteristischen Arten- und Populationsstrukturen der Lebensgemeinschaften der Sandrasen (vgl. Kap. 1.11.2.1 und 1.11.3). Die sorgfältige Erhaltung und Pflege einigermaßen intakter Reste bedarf somit der Ergänzung durch Wiederherstellungs- und Neuschaffungsstrategien.

Unter **Neuanlage** von Sandrasen wird in diesem Band die Anlage dieses Rasentyps auf eigens dafür eingerichteten Standorten verstanden. Die **Wiederherstellung** eines Magerrasens erfolgt im Gegensatz dazu ohne grobe standörtliche Eingriffe; der Standort wird dabei höchstens insofern verändert, als durch den Menschen eingebrachte Nährstoffe wieder entzogen oder Streufilz- und Nadelstreuendecken abgeräumt werden. Der "Neuanlage" von Magerrasen werden recht unterschiedliche Vorgehensweisen zugerechnet. Als Neuanlage gilt, wenn zu diesem Zweck beispielsweise der (stark aufgedüngte) Oberboden abgeschoben wird.

Im **Unterkapitel 2.5.1** werden Wege zur Wiederherstellung und Neuanlage und ihre Auswirkungen beschrieben. Das **Unterkapitel 2.5.2** (S.146) faßt die im **Kapitel 2.5.1** vorgestellten Maßnahmen zur Wiederherstellung und Neuanlage im Hinblick auf ihre Chancen zusammen, zur Restitution und Neuschaffung von Sandrasen einen Beitrag leisten zu können. Die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen des Instruments "Wiederherstellung und Neuanlage" zur

Entwicklung von Sandrasen werden in diesem Kapitel aufgezeigt.

2.5.1 Wege zur Wiederherstellung und Neuanlage

Die Wiederherstellung von Sandrasen kann grundsätzlich von höchst unterschiedlichen Ausgangssituationen aus auf sehr verschiedenartigen Wegen beschritten werden. Als gemeinsames, verbindendes Merkmal müssen diese Ausgangspositionen jedoch die Eigenschaft aufweisen, überhaupt zu den **potentiellen Sandrasen-Standorten** zu gehören. Die Wesensbeschaffenheit des potentiellen Sandrasen-Standorts und die Vorkommen solcher Standorte in Bayern werden in **Kap. 2.5.1.1** beschrieben.

Eine sowohl quantitativ als auch in der Verfügbarkeit der Flächen besonders wichtige Ausgangslage für Wiederherstellungsbestrebungen stellen heute Wirtschaftsgrünlandbestände dar. Die Möglichkeiten der **Rückführung des Wirtschaftsgrünlandes in Sandrasen oder wenigstens sandrasen-artige Bestände** sind Gegenstand des **Kap. 2.5.1.2** (S.138).

Mit der **Wiederbegründung von Sandrasen auf Acker- und Weinbergsgelände** beschäftigt sich das **Kapitel 2.5.1.3** (S.144). Eine weitere Ausgangssituation auf jahrzehntealten Brachen stellen bereits geschlossene **Verbuschungen und Verwaldungen** dar. Die Wiederherstellung von Sandrasen, ausgehend von bereits stark verbuschten und verwaldeten Brachestadien **sowie von bereits geschlossenen Aufforstungen** auf Magerrasen-Standorten, sind Thema des **Kap. 2.5.1.4** (S.145).

Brachgefallene Sandrasen sind heute nicht selten durch Verfilzung und Verhochstaudung (vgl. **Kap. 2.2.1.3.5**, S.126 u. **Kap. 2.2.1.3.7**, S.128) nicht selten so stark verändert, daß bei Wiederaufnahme der Mahd oder der Beweidung zunächst von einer "Wiederherstellung" der Sandrasen gesprochen werden muß und nicht mehr von einer "Pflege" die Rede sein kann. Die Regeneration von **Sandrasen aus völlig verfilzten oder verhochstaudeten Beständen** wird in **Kap. 2.5.1.5** (S.146) behandelt.

Die **Neuanlage** von Sandrasen wird in Kapitel 2.5.1.6 (S.146) erörtert. Es wird auf die Neuschaffung von Sandrasen auf **anthropogenen Rohboden-Standorten**, auf **Straßenböschungen** und **Strom - Leitungstrassen** eingegangen.

2.5.1.1 Potentielle Sandrasen-Standorte in Bayern

Als **potentielle Magerrasen-Standorte** definiert SCHIEFER (1984: 56 ff.) Standorte, die bei einschüriger Mahd oder extensiver Beweidung ohne Zugabe von Dünger Magerrasen tragen würden. Durch Düngung können die standörtliche Ungunst beseitigt und Fettwiesen geschaffen werden. Auf **natürlichen Fettwiesen-Standorten** (günstige Kombination aus Klima, Bodenwasserhaushalt, natürlicher Nährstoffnachlieferung) können auch bei vollständigem Düngerverzicht keine Magerrasen entstehen.

Als Sandrasen-Standorte kommen in Bayern vor allem **allochthone** (fremdbürtige) Flug- und Terrassen-Sandstandorte mit geringmächtiger oder fehlender Humusaufgabe in Frage. Dieser Standort-Typ kommt in Bayern an folgenden Stellen vor:

- Entlang des Untermain (z.B. bei Kahl/Alzenau) und des Mittleren Mains (z.B. bei Volkach-Kitzingen);
- im westlichen Steigerwaldvorland (z.B. bei Grettstadt-Schwebheim);
- im Rednitz-Regnitzbecken einschließlich des Regnitzmündungsgebietes bei Bamberg und Hallstadt;
- im unteren Pegnitztal;
- im Bereich der Wörnitz-Terrassen, Ries- und nördl. Riesvorland;
- im Sulzthal südlich von Neumarkt i.d. Oberpfalz;
- im Naabtal bei Kallmünz, Teublitz-Schwandorf und der Bodenwöhrer Senke;
- südlich Grafenwöhr/Oberpfalz, Haidenaab-Gebiet;
- im Abensberger Dünengebiet (insbesondere bei Siegenburg und Offenstetten);
- im Tertiärhügelland bei Schrobenhausen, Sandzell, Gröbern und Hohenwart.

Weniger typische Sandrasen bilden sich auch auf **autochthonen** Verwitterungssanden, etwa des Oberpfälzer Kreidegebietes, des Sandsteinkeupers, des Tertiärhügellandes oder der Tertiärsande der Naab-Wondreb-Senke und des Fichtelgebirges aus. Sandrasen-ähnliche SEDO-SCLERANTHETALIA-Fluren entstehen auch in tiefer gelegenen, tiefgründig verwitterten Kristallingesteinsgebieten (z.B. Regensburger und Falkensteiner Vorwald, Naabgebirge, Pfahl), Kleinschmielen (AIRION)-Fluren auch im Sandsteinkeuperbereich und im Oberpfälzer Hügelland.

2.5.1.2 Wiederherstellung aus Wirtschaftsgrünland

Eine erfolgreiche Rückführung von Sandrasen aus Wirtschaftsgrünland setzt die Beseitigung der Ursachen voraus, die zur Umwandlung der vormaligen Sandrasen in artenarmes, produktives Grünland geführt haben:

Die Verdrängung der anspruchslosen, jedoch nur auf oligotrophen Standorten konkurrenzkräftigen Sandrasen-Arten durch die anspruchsvollen Arten des Wirtschaftsgrünlandes beruht in erster Linie auf der Zugabe von Dünger jedweder Form. Eine Regeneration der Sandrasen-Vegetation ist daher nur möglich, wenn die dafür ausersehenen Standorte so stark ausgehagert werden können, daß der Nährstoffbedarf der Arten des Wirtschaftsgrünlandes nicht mehr gedeckt werden kann und diese daher ihren Platz den Sandrasen-Arten räumen müssen. **Die pflanzenverfügbaren Stickstoff- (N), Phosphor- (P) und Kaliumgehalte (K) müssen deshalb auf Magerrasen-Niveau gesenkt werden.**

Nicht übersehen werden darf zudem, daß die Sandrasen-Arten aufgrund eines im Vergleich zu den Arten des Wirtschaftsgrünlandes meist längeren Entwick-

lungszyklus an andere Bewirtschaftungsformen optimal angepaßt sind. Die Arten intensiv genutzter Wiesen kommen mit einem Vielschnittregime zurecht; Sandrasen-Arten dagegen vertragen oft nur einen, maximal zwei Schnitte pro Jahr. Die Arten intensiv genutzten Weidegrünlandes sind an wesentlich längere jährliche Weideperioden und höhere Beweidungsdichten angepaßt als die Arten der Magerrasen. Erfolgt die Regeneration durch Mahd, so muß ein Mahdregime festgelegt werden, das die gewünschte Aushagerung ermöglicht und zugleich durch die Wahl günstiger Mahdzeitpunkte und einer bestimmten Mahdhäufigkeit die allmähliche Sukzession zu einer magerrasen-artigen Vegetation hin begünstigt oder wenigstens nicht behindert.

Da die Mahd von allen in der Praxis anwendbaren Bewirtschaftungsformen am wirksamsten eine Aushagerung durch Abschöpfung von Nährstoffen über das Mahdgut verspricht, erfolgte die Mehrzahl der Versuche zur Regeneration eines nährstoffarmen bis mäßig nährstoffreichen, artenreichen Grünlandes aus nährstoffreichem, artenarmen Wirtschaftsgrünland durch diese Bewirtschaftungsform (z.B. bei SCHIEFER 1984, OOMES & MOOI 1985, BAKKER & DE VRIES 1985, SCHMIDT 1985, EGLOFF 1986, KAPFER 1988).

Diese Arbeiten werden in diesem Band auf ihre auf das Problemfeld "Rückführung von Sandrasen aus Wirtschaftsgrünland durch Mahd" übertragbaren Ergebnisse im [Kapitel 2.5.1.2.1](#) hin ausgewertet. Erstaunlicherweise liegt ganz allgemein zur Wiederherstellung von Magerrasen aus Wirtschaftsgrünland durch Mahd bisher kaum Literatur vor. Eine beachtenswerte Ausnahme bildet lediglich die Arbeit von SCHIEFER (1984)*, in der Sandstandorte allerdings keine Rolle spielen.

Die Rückführung von Magerrasen aus bisherigem Wirtschaftsgrünland mittels Beweidung benötigt mutmaßlich wesentlich größere Zeiträume. Mit den Möglichkeiten, die sich durch Schafbeweidung bieten, haben sich BAKKER et al. (1983) beschäftigt. Nähere Ausführungen hierzu sind im [Kap. 2.5.1.2.2](#), S.143, zu finden.

Auf offene Fragen, Kenntnislücken und auf den Forschungsbedarf zur Problematik der Rückführung von Wirtschaftsgrünland in Sandrasen oder sandrasen-artige Vegetationsbestände wird im [Kap. 2.5.1.2.3](#) (S.144) hingewiesen.

2.5.1.2.1 Wiederherstellung durch Mahd

Abgesehen von SCHIEFER (1984), der die Aushagerungsmöglichkeiten einiger potentieller Halbtrockenrasen-Standorte behandelt, beschränken sich die vorliegenden Untersuchungen auf die Thematik "Umwandlung von nährstoffreichem, artenarmen Wirtschaftsgrünland in artenreicheres, nährstoffärmeres Grünland auf frischen oder gar feuchten, grundwasserbeeinflussten Standorten" (z.B. BAK-

KER & DE VRIES 1985, KAPFER 1988). Die Versuche von SCHMIDT (1985) erfolgten auf natürlichen Anreicherungsstandorten mittlerer Feuchte, also nicht auf potentiellen Magerrasen-Standorten im oben definierten Sinne (vgl. [Kap. 2.5.1.1](#), S.138). Einige Ergebnisse dieser Versuche sind jedoch für die Wahl des Schnittregimes auf potentiellen Sandrasen-Standorten von Relevanz.

Nachfolgend werden die wichtigsten, sicht- und meßbaren Auswirkungen der Aushagerung dargestellt. Das erste [Unterkapitel 2.5.1.2.1.1](#) beschäftigt sich mit der Ertragsentwicklung, das zweite [Unterkapitel 2.5.1.2.1.2](#) (S.140) mit den Nährstoffentzügen, die bei Aushagerungsmahd auftreten. Im dritten [Unterkapitel 2.5.1.2.1.3](#) (S.141) wird besprochen, welche Vegetationsveränderungen bei diesen Versuchen beobachtet wurden; insbesondere wird auf allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten des Sukzessionsverlaufes der Wirtschaftsgrünland-Aushagerungen aufmerksam gemacht.

2.5.1.2.1.1 Ertragsentwicklung

Voraussetzung für die Entwicklung einer magerrasenartigen Vegetation ist die Senkung des Ertragsniveaus des Grünlandes auf eine Trockensubstanz-Produktion von unter 3,5 t TS/ Hektar und Jahr (vgl. SCHIEFER 1984: 56). Erst auf diesem Ertragsniveau vermögen sich Magerrasen-Arten auszubreiten und dominant zu werden. Die konkurrenzkräftigen Arten des Wirtschaftsgrünlandes beginnen zu kümmern und ihren Platz zu räumen. Deutlich erhöhte Artenzahlen in Grünlandbeständen stellten AL-MUFTI et al. (1977) und VERMEER & BERENDSE (1983) erst auf Ertragsniveaus von 4-5 t TS/ha und Jahr fest.

Die Geschwindigkeit von Ertragsrückgängen bei Mahd hängt stark von dem Nachlieferungsvermögen und von der Pufferkapazität der Böden ab. Über Sandböden mit ihrem vergleichsweise geringem Sorptionsvermögen wurden Ertragsrückgänge in Grünlandbeständen bereits nach kurzer Zeit nachgewiesen:

- Nach OOMES (1977) und OOMES & MOOI (1985: 60 u. 64) erfolgte in als "POO-LOLIETUM" bezeichneten Grünlandbeständen über feuchten, stark humosen Sandböden mit niedriger Sorptionskapazität bei einem Zweischnittregime innerhalb von zwei Jahren ein Ertragsrückgang von 10,5 t TS/ha auf 6,5 t TS/ha. Anschließend verlief der Ertragsrückgang wesentlich langsamer. Acht Jahre nach der Entlassung des Grünlandes aus der intensiven Nutzung (250 kg N/ha und Jahr) stabilisierte sich die Trockensubstanzproduktion auf 4-5 t TS/ha und Jahr.
- Eine ähnliche Ertragsentwicklung ermittelten BAKKER et al. (1980) und BAKKER & DE VRIES (1983) in Grünlandbeständen auf feuchten Sandböden. Innerhalb von sieben Jahren

* Vgl. demgegenüber das mittlerweile große Literaturangebot zur Pflege von Magerrasen, insb. Kalkmagerrasen.

senkte sich der Ertrag von 10-11 t TS/ha und Jahr auf 4-5 t TS/ha und Jahr.

- Auf Sandboden mit schwach humosem Oberboden erfolgte nach WIND (1980) in einer Zeitspanne von acht Jahren sogar ein Ertragsrückgang von 10 auf 1-2 t TS/ha und Jahr (zit. in OOMES & MOOI 1985: 64).

An ton- und feinschluffreichen Standorten, die sich durch ein gutes Sorptionsvermögen auszeichnen, wurden dagegen deutliche Ertragsrückgänge erst nach wesentlich längeren Zeiträumen beobachtet:

- Beim Grünlandextensivierungsversuch "Relliehausen" ermittelte MAEHRLEIN (1993) auf humosem, sandigem Lehm nach 5 Jahren Trockenmasseertragsverluste (bei Wiesennutzungsvarianten unter Naturschutzaufgaben) in Größenordnungen von 25-50%.
- 8 Jahre Aushagerungsschnitt (2 Schnitte pro Jahr) einer Glatthaferwiese auf wechselfeuchten, tonreichen Anmoorgleyen bewirkten nach OOMES & MOOI (1981) einen Rückgang von anfänglich 6-7 auf 5,6-6,1 t TS/ha und Jahr.
- 20 Jahre Aushagerungsschnitt (2 Schnitte pro Jahr) führten bei einer zu Versuchsbeginn nur mäßig nährstoffreichen, mäßig feuchten *Holcus lanatus*-Wiese auf tonreichem Boden zu einem Ertragsrückgang von 5,2 t TS/ha und Jahr auf 4,1 t TS/ha und Jahr (ELBERSE et al. 1983).

Auf tonarmen, nicht-durchschlickten und insofern den Sand-Standorten vergleichbaren Niedermoorstandorten fand KAPFER (1988: 107) bei Kohldistelwiesen bereits nach 1-2 Jahren Ertragsrückgänge auf das Niveau mesotropher Streuwiesen. Eine Aushagerung auf das Ertragsniveau von Streuwiesen erwartet KAPFER (1988: 110 f.) auf durchschlickten, tonreichen Niedermoorböden dagegen erst nach einem Zeitraum von 10-15 Jahren, da diese puffer- und sorptionsstarken Böden nur langsam "leergepumpt" werden können. Die Unterschiede im Ertragsverlauf von Grünlandbeständen bei der Aushagerung in Abhängigkeit vom Sorptionsvermögen des Bodens verdeutlicht [Abb. 2/7](#), S. 141

Diese Unterschiede gelten für potentielle Magerrasen-Standorte ebenso wie für potentielle Streuwiesen-Standorte und sind deshalb von verallgemeinerbarer Bedeutung. Wegen der +/- niedrigen Sorptionskapazität der potentiellen Sandrasen-Standorte zeigen diese bei Aushagerungsvorgängen den Kurvenverlauf P₂.

2.5.1.2.1.2 Nährstoffentzüge

Eine rückläufige Ertragsentwicklung deutet zuverlässig auf eine Senkung der Nährstoff-Vorräte hin. Magerrasen-Niveau wird erreicht, wenn eine Trockensubstanzproduktion von etwa 3,5 t/ha und Jahr unterschritten wird. Ertragsrückgänge treten auf, wenn zumindest ein Nährstoff für eine oder mehrere bestandesbildende Wirtschaftsgrünland-Arten ins Minimum gerät. Der Nährstoffbedarf der vorhandenen Vegetation kann nicht mehr in der bis zu diesem Zeitpunkt üblichen Form gedeckt werden, so daß die Phytomasseproduktion abnimmt und Änderungen

in der floristischen Zusammensetzung hinsichtlich Abundanz, Dominanz und Beschaffenheit des Artenspektrums eintreten.

Die Raten von Ertragsabschöpfung und Nährstoffentzug müssen keineswegs zusammenhängen. Mit der Erhöhung der Schnitzzahl nehmen die N-Entzüge stärker zu als die Ertragsabschöpfungen, da mit erhöhter Schnitthäufigkeit die Pflanzendecke zunehmend in einem Jungstadium abgemäht wird (SCHIEFER 1984: 49). Diese Jungstadien weisen höhere Nährstoffgehalte auf als die Reifestadien, so daß das Mahdgut bei Vielschnitt höhere mittlere Stickstoff-Gehalte (vgl. SCHMIDT 1985: 93) und Phosphor-Gehalte (vgl. SCHIEFER 1984: 48 f.) aufweist. Die frisch gemähte Grasnarbe zeichnet sich nach SCHMIDT (1985: 93) durch eine hohe Stickstoff-Aufnahmebereitschaft aus.

Nachfolgend werden die Zusammenhänge dargestellt, die sich zwischen vorgenommenem Schnittmanagement einerseits und Nährstoffentzügen andererseits nach den bisher durchgeführten Versuchen zur Thematik Grünland-Aushagerung abzeichnen. Nährstoffentzüge lassen sich am besten über die Nährstoffgehalte des Schnittguts, weniger sicher über Bodennährstoffanalysen feststellen (vgl. OOMES & MOOI 1985). Dargestellt werden im einzelnen die drei Schlüssel-Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium.

Stickstoff

Ein Mahdregime, daß einen Stickstoff-Nettoentzug herbeiführt, muß größere Stickstoffmengen abschöpfen als durch N-Mineralisation und durch Immissionen ersetzt werden (vgl. Kap. 1.3.4.1). N-Nettoentzüge dürften gegenwärtig demnach nur dann erfolgen, wenn pro Hektar und Jahr mehr als 30-40 kg abgeschöpft werden. Exakte Messungen, wieviel Stickstoff **heute** die mäßig trockenen und frischen Sandrasen wie zum Beispiel das ARMERIO-FESTUCETUM durch N-Mineralisation und Immissionen beziehen und wieviel ihnen durch die einschürige Mahd wieder entzogen wird, liegen unseres Wissens nur von JECKEL (1984) (vgl. Kap. 1.3.3) vor.

Bei seinen Aushagerungsschnitten, die allerdings auf potentiellen Fettwiesen-Standorten stattfanden, ermittelte SCHMIDT (1985: 93) bei einmaliger Mahd nur Bruttoentzüge von 11-34 kg N/ha und Jahr. Bei zweimaliger Mahd wurden zwischen 59 und 82 kg N/ha und Jahr, bei vierfacher bzw. achtfacher Mahd 128 bzw. 155 kg N/ha und Jahr entzogen.

Nach SCHIEFER (1984: 37 u. 48 f.) wurden bei zwei- bis dreimaliger Mahd auf einer Versuchsfläche mit einer "Trespen-Bergglatthaferwiese" bei Riedböhringen in der Baar in den Jahren 1958-1960 im Durchschnitt zunächst 153 kg, von 1963-1965 im Durchschnitt 85 kg N/Hektar und Jahr entzogen.

Phosphor

Während vom **N-Entzug** auf lehmigen Mineralböden zunächst **die Geschwindigkeit der Aushagerung** weitgehend bestimmt wird, spielt bei dem **mittelfristig erzielbaren Aushagerungsgrad**

(Zeitraum ca. 10-30 Jahre) offenbar auch die **Ver-ringerung der pflanzenverfügbaren Phosphor-Vorräte** eine entscheidende Rolle.

In feinkörnigen Böden beträgt die Auswaschung in der Regel weniger als 0,3 kg Phosphor/ha und Jahr, so daß P-Verarmungen nur nach sehr langen Zeiträumen erfolgen können, sofern keine Entzüge durch Ernteabschöpfungen stattfinden (vgl. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976: 253). Nach KLAPP (1971: 177) steigt im Wirtschaftsgrünland das P-Düngebedürfnis bei Vielschnitt an (entsprechend dürfte bei Vielschnitt mehr P entzogen werden!). In den Niederlanden rechnet man nach den von KLAPP wiedergegebenen Werten mit folgendem Düngerbedarf (in kg P₂O₅/ha):

| | |
|--------------------|-------|
| reine Weidenutzung | 20-30 |
| 1 Schnitt | 45 |
| 2 Schnitte | 75 |

Bei Aushagerungsversuchen wurden folgende P-Abschöpfungen ermittelt:

- BAKKER & DE VRIES (1985) maßen bei einem Zweischnitt-Regime in einer frischen Wiese von 1975 - 1983 jährliche Entzüge von ca. 40 kg P/ha und Jahr, ein Rückgang der P-Abschöpfung wurde nicht festgestellt.
- KAPFER (1988: 76 ff.) erzielte in Kohldistelwiesen auf mineralstoffreichen Niedermoorböden P-Entzüge zwischen 50-70 kg/ha und Jahr bei dreifachem Schnitt. Einmaliger Schnitt pro Jahr entzog auf derselben Dauerfläche in einer anderen Parzelle 30 kg. Auf einer schwach gestörten Pfeifengraswiese betrug der Entzug bei dreifachem Schnitt weniger als 20 kg/ha und Jahr.

Über Phosphor-Entzüge bei einem differenzierten Aushagerungsschnitt-Management auf potentiellen Standorten von Sandrasen liegen unseres Wissens keine Zahlen vor.

Kalium

Die Bedeutung des Kaliums als möglicher Minimumfaktor bei der Pflanzenernährung hängt stark von den edaphischen Verhältnissen ab. Auf lehmig-tonigen Böden tritt selten Kaliummangel auf. An lehmigen Standorten, auf denen beispielsweise Kalkmagerrasen oder Silikatmagerrasen regeneriert werden sollen, kommt das Kalium als möglicher Minimumfaktor kaum in Frage.

Entsprechend seiner viel höheren Bodenbeweglichkeit wird K auf tonärmeren und auf moorigen Böden viel leichter als P ausgewaschen (vgl. KLAPP 1971: 178). In Sandböden beträgt der Gehalt an austauschbarem Kalium meist weniger als 100 ppm (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976: 217). Wegen der niedrigen Gehalte an Tonmineralen ist auch das K-Fixierungsvermögen der Sandböden nur gering. Bei ihren Aushagerungsversuchen auf frisch-feuchten Sandböden mit einem POO-LOLIETUM als Ausgangsvegetation ermittelten OOMES & MOOI (1985: 65) Kalium als produktionslimitierenden Faktor. Insbesondere auf humusarmen Sandböden (vgl. WIND 1980) und auf tonarmen Moorböden (vgl. KAPFER 1988) kommt es bei Aushagerungsschnitten schon nach wenigen Jahren wegen Kaliummangel zu Ertragsrückgängen. Auf tonarmen Quarzsand-Böden als Standort der dort potentiell vorkommenden Sandrasen dürfte mutmaßlich dem Kalium bei Aushagerungsbemühungen die entscheidende Rolle des Minimumfaktors zufallen.

2.5.1.2.1.3 Änderungen der Vegetationszusammensetzung

Die Sukzession von Wirtschaftsgrünland zu nährstoffarmem, artenreichem Grünland verläuft zwar +/- parallel mit der Aushagerung der Standorte, doch steuern auch andere Faktoren die Vegetationsentwicklung mit.

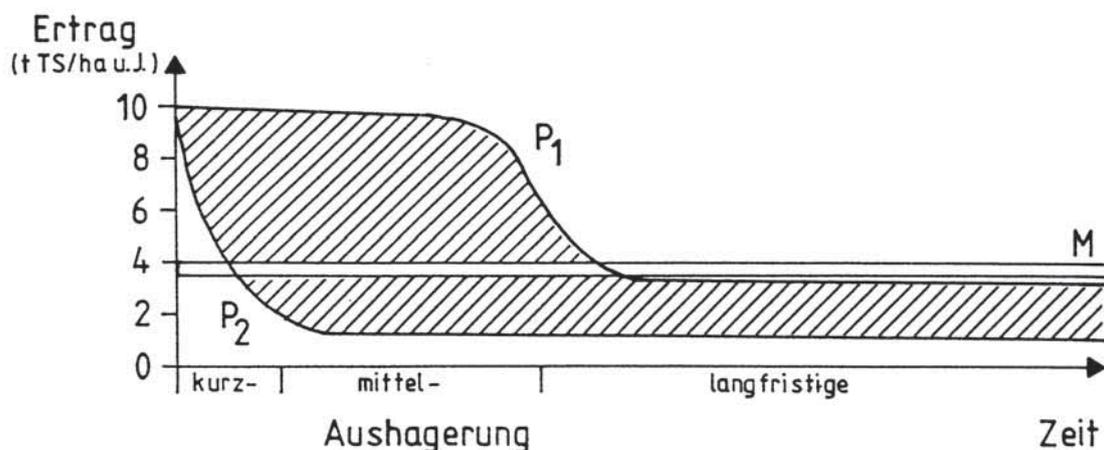


Abbildung 2/7

Ertragsverlauf von Grünland bei der Aushagerung von zwei extremen Böden in Abhängigkeit von deren Nachlieferungsvermögen und Pufferkapazität für (limitierende) Nährstoffe (KAPFER 1988: 106)

P1 = Boden mit hohem Nachlieferungsvermögen und hoher Pufferkapazität (z.B. schluffig-tonige Standorte)

P2 = Boden mit geringem Nachlieferungsvermögen und geringer Pufferkapazität (z.B. Sand-Standorte)

M = Ertragsschwelle zu Magerrasen (3,5 bis 4,0 t TS/ha)

Die Wahl der Schnitthäufigkeit und der Schnittzeitpunkte beim Aushagerungs-Schnittregime hat Einfluß auf die Förderung bzw. auf die Hemmung bestimmter Arten. Das Schnittregime wirkt in spezifischer Weise auf die Bestandesstrukturen ein, kommt den Lebenszyklen einzelner Arten entgegen oder läuft ihnen zuwider (Erfolg der Reservestoffspeicherung, Blütenbildung und Samenreifung).

Änderungen der Nährstoffnachlieferung, die Wirkungen des Schnittregimes und Eigenschaften der Arten (Lebensform, Lebensdauer, Vermehrungsweise der dominanten Arten) erzeugen charakteristische Übergangsphasen zwischen den Ausgangsbeständen und der potentiellen Magerrasen-Vegetation (vgl. Punkt A in diesem Kapitel).

Allerdings reicht allein die erfolgreiche Aushagerung noch nicht aus, artenreiche Bestände entstehen zu lassen. Der jeweils mögliche Wiederherstellungsgrad hängt maßgeblich vom Florenpotential der betroffenen Fläche bzw. der unmittelbaren Umgebung ab:

- Das Vorhandensein noch keimfähiger Samen von Sandrasen-Arten kann erheblich zu einem größeren Artenreichtum des ausgehagerten Grünlandes beitragen. Die Chancen auf eine ergiebige Samenbank hängen stark davon ab, ob auf der auszuhagernden Fläche vormals ein Sandrasen wuchs und wie lange die Zeit der Umwandlung dieses Sandrasens in Wirtschaftsgrünland zurückliegt.
- Eine enge räumliche Nachbarschaft, günstigenfalls ein unmittelbares Angrenzen von +/- intakten Sandrasen-Resten dürfte die Einwanderungschancen von Magerrasen-Arten sehr verbessern. Zum Migrationsverhalten von Sandrasen-Arten liegen bisher noch keine gezielten Untersuchungen vor. Von einigen Kalkmagerrasen-Arten wie *Carex humilis* (vgl. KRAUSE 1940) und *Daphne cneorum* (vgl. WITSCHHEL 1986) ist bekannt, daß sie nur auf benachbarte bzw. in geringen Entfernungen befindliche Flächen in überschaubaren Zeiträumen vorzustoßen vermögen. Auch genügend ausgehagerte, ehemalige Grünlandstandorte als nunmehr geeignete Wuchsorte können von Arten mit einem schlecht entwickelten Migrationsvermögen nicht besiedelt werden, wenn sie von vorhandenen Magerrasen(resten) zu sehr isoliert liegen.

Die langsame Rückführung von Magerrasen liegt nicht nur darin begründet, daß die Vegetation zunächst die stellenweise hohen Nährstoffvorräte erst "leerpumpen" muß. **Die Regeneration von Magerassen dauert auch deshalb so lange, weil einzelne Arten erst wieder neu zuwandern müssen, bevor sie sich im Bestand etablieren können.**

A) Durch Aushagerung induzierte Vegetationsveränderungen

Mahdmanagement mit dem Ziel der Aushagerung dürfte wohl am ehesten bei stark nährstoffbedürftigen Grünlandarten Wirkung zeigen.

Da eutraphente Wiesenarten wie z.B. *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*,

Poa trivialis, *Festuca pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum spondylium* und *Galium mollugo* an zwei bis drei Schnitte gut angepaßt sind, dürften Abundanz- und Dominanzrückgänge bei diesen Arten hauptsächlich durch Nährstoffentzüge verursacht werden. Geht eine Art des intensiv genutzten Wirtschaftsgrünlandes zurück, so kann man mit gutem Grund vermuten, daß zumindest ein essentieller Nährstoff nicht mehr ausreichend nachgeliefert wird.

Erste Änderungen der floristischen Zusammensetzung müssen dabei nicht mit Ertragsrückgängen verknüpft sein. So zeigten bei guter Nährstoffversorgung von *Lolium perenne* beherrschte Grünlandbestände kaum Ertragsunterschiede zu *Holcus lanatus*-dominierten Beständen. Bei abnehmender Nährstoffversorgung lagen nach WATT (1978) die Erträge von *Holcus lanatus* dagegen sehr viel höher als die von *Lolium perenne*. Im Feuchtgrünland deuten sich daher erste für die Vegetationszusammensetzung wirksame Nährstoffentzüge durch ein stärkeres Hervortreten von *Holcus lanatus* an, ohne daß es parallel dazu schon zu (deutlichen) Ertragsabfällen kommen muß.

Häufige und lichtbedürftige Rosettenpflanzen wie *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris*, *Leontodon autumnalis* und *Plantago lanceolata* bzw. niedrigwüchsige Pflanzen anderer Lebensform-Typen wie *Veronica chamaedrys* breiten sich bei zweischüriger Aushagerungsmahd erst dann aus, wenn eutraphente Obergräser wie *Arrhenatherum elatius* und *Dactylis glomerata* bereits deutlich abgenommen haben und mehr Licht bis in Bodennähe vordringen lassen.

Charakteristisch für Grünlandbestände, deren Stickstoff-Nachlieferung bereits deutlich gesenkt wurde, ist ein Rückgang der nitrophilen Obergräser und eine Zunahme eutraphenter Schmetterlingsblütler wie *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Vicia sepium*, *Vicia cracca* und *Lathyrus pratensis*. Arten des Wirtschaftsgrünlandes, die mittlere Stickstoffbereiche bevorzugen (vgl. SCHMIDT 1985: 87) und in der ersten Aushagerungsphase stark nährstoffreichen Grünlandes zunehmen dürften, sind z.B. *Achillea millefolium*, *Arenaria serpyllifolia*, *Avenula pubescens*, *Campanula patula*, *Cardamine pratensis*, *Centaurea jacea*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Crepis biennis*, *Knautia arvensis*, *Medicago lupulina*, *Pastinaca sativa*, *Rumex acetosa*, *Senecio erucifolius*, *Trifolium dubium* und auf Sandstandorten besonders *Centaurea stoebe*, *Rumex tenuifolius*, *Rumex thyrsoiflora*, *Saponaria officinalis* und *Trifolium arvense*.

Voraussetzung für die Ausbreitung und/oder das (Wieder)Auftreten von Magerrasen-Arten ist eine Erschöpfung der Nährstoffvorräte bis zu einem Niveau, das die Arten des Wirtschaftsgrünlandes kümmern läßt. In den resultierenden Vegetationslücken vermögen sich Magerzeiger, zunächst häufig Therophyten wie *Thlaspi perfoliatum*, *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites*, *Cerastium semidecandrum* oder *Arabidopsis thaliana* anzusiedeln.

B) Der Einfluß von Schnitzzahl und Mahdzeitpunkten auf die Vegetationszusammensetzung und auf Vegetationsstrukturen

Zur Wiederherstellung von Magerrasen, ausgehend von durch Düngung stark eutrophen Wirtschaftsgrünland-Beständen, erbrachte die (spät)hochsommerliche Mahd im Juli nach niederländischen Versuchen von BAKKER et al. (1980: 478 ff.) und BAKKER & DE VRIES (1985: 296) keine richtungsweisenden Ergebnisse. Dies gilt nicht nur wegen mutmaßlich unzureichender Nährstoffentzüge bei einschüriger Mahd, wie sie z.B. von SCHMIDT (1985) festgestellt wurden. Infolge des starken Aufwuchses nach der Mahd bis zum Herbst entstanden +/- geschlossene Vegetationsstrukturen mit Streuauflagen, die im Herbst und im Frühjahr das erfolgreiche Keimen von Diasporen offensichtlich stark erschwerten. Ein zweischüriges Aushagerungsregime mit Mahd im Juli und Oktober bot für erfolgreiches Keimen im Herbst und Frühjahr im Vergleich dazu wesentlich bessere Voraussetzungen. Auch OOMES & MOOI (1985: 61f.) fanden in zweischürigen Versuchspartzellen auf Feucht-Sandstandorten erheblich mehr neu angesiedelte Arten vor als in einschürigen Versuchspartzellen mit hochsommerlicher Mahd.

Wie bereits in [Kap. 2.5.1.2.1.2](#) (S.140) ausgeführt wurde, nehmen die Nährstoffentzüge mit zunehmender Schnitzzahl relativ stärker zu als die Ertragsabschöpfungen. Mit einem 3- bis 5-schürigen Schnittregime während der Vegetationsperiode lassen sich mutmaßlich besonders starke N-Entzüge in relativ kurzer Zeit herbeiführen. Allerdings ändert bereits eine viermalige Mahd die Konkurrenzverhältnisse so stark, daß selbst auf dem eutrophen Flügel der Grünlandpalette nicht mehr die Glatthafer- und Goldhaferwiesen als die konkurrenzkräftigsten Pflanzengemeinschaften gelten können (vgl. SCHMIDT 1985: 86).

Stattdessen begünstigt ein Vielschnitt-Regime auf eutrophen Standorten jene Arten, deren Assimilationsorgane relativ tief liegen, wie z.B. *Agrostis stolonifera* (Feucht-Standorte), *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata* und *Trifolium repens*. Einem vierschürigen Mahdregime waren nach SCHMIDT (1985: 88) nur wenige Magerasen-Arten wie *Thymus pulegioides* und *Carex caryophyllea* gewachsen. Nach SCHIEFER (1984: 52) hielt auch *Plantago media* jahrelang sogar 5-fache Mahd aus. Beim Feld-Thymian, der Frühlings-Segge und beim Mittleren Wegerich liegen die Assimilationsorgane überwiegend so tief, daß sie vom Mahdschnitt nicht mehr erfaßt werden.

C) Aushagerungsstadien auf dem Weg zum Magerrasen

Bei der Aushagerung von Fettwiesen und Halbfettwiesen hin zu Magerrasenbeständen treten charakteristische, vorübergehend +/- stabile Zwischenzustände auf, die analog zum [Kap. 2.2](#) (S.120, 3. Absatz) im Sinne von WESTHUS (1981) als **Stadien** und nicht als **Phasen** bezeichnet werden sollten.

Zu den Stadien, die bei der Aushagerung von Wirtschaftsgrünland auf ehemaligen Magerrasen-Standorten auftreten, liegt bisher keine Literatur vor. Der derzeitige Kenntnisstand reicht bei weitem nicht für eine Inventur der Stadien und ihrer Sukzessionsfolge aus. Ausgangsstadien sind von Gräsern wie *Arrhenatherum elatius*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis* oder *Lolium perenne* dominierte Bestände; das Endstadium auf Quarzsanden stellen zumindest theoretisch Sandrasen-Typen wie Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen dar.

Die Kenntnis dieser Zwischenstadien ist kein wissenschaftlicher Selbstzweck, sondern ermöglicht erst:

- Die Koppelung bestimmter Restitutionsmanagements an klar definierte Zwischen-Zustände;
- eventuelle naturschutzfachlich angezeigte Kurskorrekturen der Entwicklungsstrategie.

2.5.1.2.2 Wiederherstellung durch Beweidung

Zur Regeneration von aufgedüngtem, artenarmen Wirtschaftsgrünland in artenreichere Wiesengesellschaften durch Weide-Managements liegen bisher kaum Erfahrungen und Untersuchungen vor. BAKKER et al. (1983) untersuchten die Auswirkung von Schafbeweidung auf Wirtschaftsgrünland im Hinblick auf die Regeneration naturnäherer Wiesenbestände. Bei der Schafbeweidung können mutmaßlich bei weitem nicht so hohe Nährstoffentzüge herbeigeführt werden, wie sie ein mehrschüriges Mahd-Management leisten kann. Dies dürfte selbst bei einem Schafbeweidungs-Management zutreffen, bei dem die Nachtpferch integriert ist.

Von BAKKER et al. (1983) wurde im Jahr 1972 ein Weideversuch gestartet, wobei eine 11 Hektar große Koppelfläche ganzjährig (!) mit Schafen der Schoenebecker Rasse beweidet wurde. Bei dem Versuchsgelände handelte es sich allerdings nicht um potentielle Sandrasen-Standorte, so daß lediglich die verallgemeinerbaren Ergebnisse für die Belange der Sandrasen-Restitution verwertet werden können. Die Weidefläche setzte sich aus drei Hektar Heide (mit *Calluna vulgaris* und *Erica tetralix*), zwei Hektar Birken- und Weidenwälder und sechs Hektar aufgedüngtem, ehemaligen Wirtschaftsgrünland zusammen. Die mittlere Besatzdichte betrug drei Schafe pro Hektar.

Das Wirtschaftsgrünland innerhalb dieser Versuchsfäche zeigte einen frischen bis +/- feuchten Standortcharakter, *Holcus lanatus* war +/- vorherrschend. In Vertiefungen bezeugten Arten wie *Carex nigra*, *Galium palustre* und *Ranunculus flammula* die Feuchtigkeit des Standorts.

Auf dem Wirtschaftsgrünland-Areal bevorzugten die Schafe deutlich die Bereiche mit hochwertigen Süßgrasbeständen, während die minderwertige Futterqualität repräsentierenden *Juncus effusus*-Bestände deutlich gemieden wurden. Nach fünf Jahren Beobachtungstätigkeit zeigten Grünlandbestände

eine niedrigere Wuchshöhe (ca. 20 cm), der Anteil der Rosettenpflanzen hatte deutlich zugenommen.

Der Vergleich der Nährstoffentzüge durch Mahd- und Beweidungsmanagement ergab höhere Entzugswerte bei Mahd:

- Bei Beweidung wurden 0,6 g P pro m² und 2,2 g N pro m² entzogen;
- bei Mahd (keine Angabe der Schnitzzahl!) betragen die Werte 2,0 g P pro m² und 4,0 N pro m².

Nach WIND (1980) in BAKKER et al. (1983) erfolgten nach acht Jahren bei Mahd stärkere K- und P-Entzüge als durch Beweidung, wobei die Nährstoffgehalte im Boden ermittelt und nicht die Nährstoffgehalte über die abgeführte Phytomasse gemessen wurden. VAN DEN BERGH (1979) in BAKKER et al. (1983) fand nach 20 Jahren ebenfalls stärkere K-Entzüge bei Mahd vor, konnte jedoch bei Phosphor keine signifikanten Unterschiede feststellen. Ähnliche Ergebnisse erzielte SCHULZ (1974) in BAKKER et al. (1983: 354).

Obwohl die Nährstoffentzüge bei Beweidung wesentlich geringer ausfallen als bei Mahd, können konkurrenzschwache, als Magerzeiger i. w.S. geltende Arten ebenso früh oder sogar noch früher auftreten als bei Mahd (vgl. BAKKER et al. 1983: 554). Das Hinzutreten solcher Arten hängt nicht nur vom Absinken der Nährstoffvorräte ab, sondern wird auch sehr stark durch die Schaffung von Lücken in der Vegetationsdecke und durch das Kurzhalten der Grasnarbe begünstigt.

2.5.1.2.3 Offene Fragen, Kenntnislücken und Forschungsbedarf zur Wiederherstellung von Sandrasen aus Wirtschaftsgrünland-Beständen

A) Mahd-Management

Bisher liegen zur Aushagerung von Wirtschaftsgrünland auf potentiellen Sandrasen-Standorten praktisch keinerlei gesicherte Erfahrungen vor. Zu den Aushagerungsmöglichkeiten der potentiellen Magerrasen-Standorte durch Mahd existiert nur die Arbeit von SCHIEFER (1984). Diese Arbeit kann den notwendigen Wissensbedarf nicht decken, da keine der Versuchsflächen aus dem Versuchsprogramm SCHIEFERS den potentiellen Sandrasen-Standorten zuzurechnen ist. Darüber hinaus bestehen Defizite dergestalt, als:

- kein differenziertes Management betrieben wurde;
- die Vegetationsveränderungen, die im Zuge der Aushagerung von Wirtschaftsgrünland auf potentiellen Magerrasen-Standorten erfolgen, nicht beschrieben werden;
- für die Naturschutzpraxis keine handhabbaren Anleitungen zur Aushagerung entwickelt werden.

Wie schon erwähnt, sind zudem die Beschaffenheit und Abfolge der Zwischenstadien (samt ihrer charakteristischen Zeiger-Artengruppen) zwischen

Fettwiesen-Stadien und potentiellen Sandrasen-Gesellschaften bisher unbekannt. Aus dieser mangelhaften Kenntnislage ergibt sich, daß das jeweils optimale Schnittregime im Hinblick auf folgende Größen unbekannt ist:

- Steigerung der Nährstoffentzüge;
- gezielte Strukturierung der Vegetationsdecke zur besseren Rekolonisierung mit Magerrasen-Arten;
- Verträglichkeit für bereits oder noch vorhandene Magerrasen-Arten.

Aufgrund der mangelhaften Kenntnislage haben die im Konzept (vgl. Kap. 4.2.4.1.2) ausgesprochenen Empfehlungen deshalb nur provisorischen Wert.

In dem vom Alpeninstitut betreuten und vom LfU beauftragten Projekt "Wiederherstellung und Neuschaffung von Magerrasen" sollten auch potentielle Sandrasen-Standorte (z.B. im Raum Siegenburg/Offenstetten) in die Untersuchungen einbezogen werden, um diesen Kenntnisdefiziten abzuwehren.

B) Beweidung durch Schafe

Bisher existiert nur der Weideversuch von BAKKER et al. (1983), bei dem u.a. überprüft wurde, ob sich Wirtschaftsgrünland auf frischen bis mäßig feuchten Standorten durch Schafbeweidung in nährstoffärmeres und artenreicheres Grünland überführen läßt. Die N- und P-Entzüge waren - verglichen mit Mahd - wesentlich geringer. Dafür wurde die Ansiedlung von Magerzeigern durch die Schaffung offener Bodenstellen und durch das Kurzhalten der Grasnarbe durch die Schafbeweidung gegenüber den Mahdverfahren sehr begünstigt.

Auf eutrophierten, halbfettwiesenartigen, ehemaligen Sandrasen-Standorten wurden bisher unseres Wissens keine Langzeit-Versuche zu den Renaturierungsmöglichkeiten gestartet. Inwieweit eine Rückführung in magerrasenartige Bestände möglich ist, muß vorläufig der Spekulation überlassen bleiben. Ein ideales Versuchsgelände würden die halbfetten Weidegründe des gegenwärtigen Truppen-Übungsgeländes Hainberg bei Fürth darstellen.

Im Vergleich zum Pflegemanagement sollte bei einem derartigen Versuch mit größeren Besatzdichten (ca. 1,5 bis 2 mal so hoch), mit einem Hauptweidezeitraum von Ende Mai bis Ende Juni und einer herbstlichen Nachbeweidung gearbeitet werden. Die Nachtpferch muß bei einem derartigen Versuch selbstverständlich außerhalb des zu renaturierenden Geländes erfolgen.

2.5.1.3 Wiederherstellung aus Äckern

Wegen des geringen Ionen-Sorptionsvermögens der Sandböden kann schon nach wenigen Jahren auf vormals nur mäßig stark gedüngten Spargel- und Kartoffeläckern die Brachacker-Vegetation von Arten des THERO-AIRION und des CORYNEPHORION dominiert werden. Selbst auf den glimmerreichen (und damit relativ ton- und schluffreichen!), +/- basenreichen Sandböden der Offenstettener Dünen konnten bereits 10-15 Jahre nach dem Brachfallen

(wenn auch stark ruderalisierte*) Silbergrasbestände zur Dominanz gelangen (Eigenbeobachtung 1987 und 1989). Bei günstiger Disposition (d.h. Nähe von intakten Sandrasen) dürften sich auf reinen Quarzsanden derartige Sukzessionen in Richtung zu sandrasenartigen Beständen hin in noch kürzeren Zeiträumen vollziehen. Ruderalisierte Silbergrasfluren sind nicht selten der bevorzugte Wuchsort gefährdeter Arten wie des Bauernsenfs (*Teesdalia nudicaulis*) und des Frühlings-Sparks (*Spergula morisonii*).

PHILIPPI (1973: 49ff.) beschreibt 5-10 Jahre alte Brachestadien auf wohl +/- extensiv genutzten Spargeläckern auf kalkarmen Flugsanden des mittleren Oberrheingebietes. Recht häufig werden im Oberrheingebiet die Sandrasen-Bracheengesellschaften von der Berg-Sandrapunzel (*Jasione montana*) und vom Acker-Filzkraut (*Filago arvensis*) dominiert. Als weitere Sandrasen-Arten treten sehr häufig der Feld-Beifuß (*Artemisia campestris*) und der Hasen-Klee (*Trifolium arvense*) hinzu.

Außer als neuer Siedlungsraum für die eigentlichen Sandrasenpflanzen (CORYNEPHORION, THERO-AIRION, *Armeria-Festuca*-Gesellschaften) sind aushagernde Sandbrachäcker für einige oligotrophente Sandäcker- und Sandruderalpflanzen wie dem Lämmeralat (*Arnoseria minima*), dem Binsen-Knorpelalat (*Chondrilla juncea*), dem Kahlen Ferkelkraut (*Hypochoeris glabra*), dem Sand-Mohn (*Papaver argemone*), dem Zwerggras (*Mibora minima*) u.a. von existentieller Bedeutung (vgl. hierzu Kap. 1.4.3.5.). Pionier-Sandrasen und ruderalisierte Sandrasen auf Sandackerbrachen stellen deshalb in jedem Fall wesentliche Bereicherungen eines Sandrasen-Ökosystems dar. Sie sind nicht nur als wertvolle Zwischenglieder zu der erwünschten Sandrasenregeneration zu begrüßen, sondern können ihrerseits einen sehr hohen Eigenwert besitzen.

Liegen trophisches Niveau nach dem Brachfallen und die Dispositionsfaktoren (= Einwanderungsmöglichkeiten für diverse Pflanzenarten) nur geringfügig ungünstiger, sei es daß

- als Substrat lehmreiche Sande mit einem relativ hohen Sorptionsvermögen vorliegen,
- als Substrat humusreiche Sande vorhanden sind,
- intensive Düngungen mit Unterpflügen von Mist erfolgt sind,

so stellt sich nach dem Brachfallen eine eutraphente Ruderalvegetation ein. Recht bezeichnend sind in solchen Fällen von der Quecke beherrschte Bestände (z.B. das CONVULVULO-AGROPYRETUM REPENTIS). Zunächst enthalten diese Bestände noch einjährige Ackerwildkräuter wie den Windhalm (*Apera spica-venti*) und die Kornblume (*Centaurea cyanus*), um sich schließlich zu recht beständigen, +/- nahezu reinen Quecken-Fluren weiterzuentwickeln. Schließlich erfolgt in "günstigen Fällen" eine Suk-

zession zu Rotstraußgras (*Agrostis tenuis*) -Brachen hin. Entwicklungen in Richtung zu echten Sandrasen scheinen auch nach längerem Zeitraum (ca. 15 Jahre) nicht zu erfolgen (vgl. PHILIPPI 1973: 57 ff.)

2.5.1.4 Wiederherstellung aus Aufforstungen und Wäldern

Bei einer geschlossenen Kiefernbestockung einer Quarzsandflur ergeben sich die bereits in Kap. 2.2.1.3.1, S.123 ausführlich dargestellten Veränderungen:

- Auf eher basenarmen Sanden in +/- niederschlagsreichen Gegenden entstehen unter der schwer abbaubaren Kiefernadelstreu innerhalb weniger Jahrzehnte mehrere cm mächtige Rohhumusaufgaben. Selbst auf den glimmerreichen Sanden des Abensberger Gebietes vollzog sich eine derartige Bodenentwicklung unter heute etwa 80-120 Jahre alten Kiefernforsten! Die Rohhumus-Akkumulation wird von den *Vaccinium*-Arten und von *Calluna vulgaris*, die in der Feldschicht dieser Kiefernforsten vorherrschen, stark gefördert.
- Nahezu ebenso sandrasenunfreundlich sind die Trockenmoder-Nadelstreuauflagen der Kiefernforste auf basenreichen Sanden niederschlagsarmer, sommerwarmer Landschaften. In derartigen Kiefernbeständen wachsen nicht selten Brombeer-Arten, die Himbeere und das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) in Massenbeständen auf.

Wegen dieser standörtlichen Veränderungen führt das bloße Abräumen der Kiefernbestände anscheinend nicht zur Sandrasen-Regeneration. Auf den verbliebenen Rohhumusdecken auf Sand-Kiefernwald-Kahlschlägen im Offenstettener Dünengebiet breiteten sich vor allem Säurezeiger wie *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* und *Avenella flexuosa* aus. Sandrasen-Arten wie *Spergula morisonii* traten in dieser Fläche nur sehr spärlich eingestreut auf. Eine Entwicklung zu Sandrasen-artigen Vegetationsbeständen ist anscheinend nur gewährleistet, wenn zugleich die Rohhumus- oder Moderhumusaufgaben entfernt werden.

Wird ein Teil des Humusmaterials dabei in die oberen Bodenschichten eingewühlt, ist eine verstärkte Stickstoff-Mineralisation und somit eine deutliche Eutrophierung die Folge. Es entsteht ein Substrat-Milieu, das die *Calamagrostis epigeios*-Polykormone sehr fördert und ebenso der Massenausbreitung von Brombeer-Arten Vorschub leistet. Sind Bestandteile der Rohhumus- oder Trockenmoderaufgaben erst einmal in den Sandboden eingemischt, so lassen sie sich kaum mehr daraus entfernen. Man ist nun "gezwungen", gewissermaßen den vollständigen Abbau der Humuspartikel "abzuwarten".

Derartige unerwünschte Durchmischungen lassen sich nur vermeiden, wenn das Abschieben der Roh-

* Vorkommen von *Oenothera biennis*, *Fallopia convolvulus*, *Polygonum aviculare* agg., *Convolvulus arvensis*, *Coryza canadensis* u.a.

humus- und Trockenmoderauflagen schaufelweise per Hand geschieht. Es handelt sich hierbei um einen Vorgang, der dem früher auf den nordwestdeutschen *Calluna*-Heiden üblichen "Plaggen" ähnelt. Erstmalige Versuche in Bayern, Rohhumusaufgaben auf diese Weise zu entfernen, erfolgten im Jahr 1988 auf den Offenstettener und Siegenburger Dünen (EICHER, LR Kelheim, 1989 mdl.). Durch Anlage von Dauerflächen sollen in Zukunft Erfolgskontrollen zu diesen Maßnahmen vorgenommen werden.

Tiefgreifende Eutrophierungen des Standorts verursachten Robinien-Verwaldungen infolge der Fähigkeit dieses Gehölzes, über seine Wurzelknöllchenbakterien Stickstoff zu binden (vgl. Kap. 2.2.1.3.2, S.124). Die Abräumung einer Robinienverwaldung im Südteil des Astheimer Sandes führte in den späten 80er Jahren zwar zur vollständigen Beseitigung dieses Gehölzes, hinterließ jedoch stark aufgedüngte Sandstandorte, auf denen bis heute eutraphente, ausdauernde Ruderalfluren mit *Tanacetum vulgare*, *Oenothera*-Arten u. dgl. den Ton angeben.

2.5.1.5 Wiederherstellung aus verfilzten und verhochstaudeten Brachen

Brachgefallene Magerrasen werden in ihrer Vegetationsbeschaffenheit nicht nur durch Verbuschung und Verwaldung, sondern auch sehr stark durch **Verfilzung** (Kap. 2.2.1.3.5, S.126) und **Verhochstaudung** verändert (vgl. Kap. 2.2.1.3.7, S.128).

A) Verfilzung

Als Verfilzung wird das Zuwachsen von Magerrasen mit weide- und schnittempfindlichen Gräsern bezeichnet, die bei Brache infolge ihrer eiweißarmen Phytomasse verdämmende Streufilzdecken bilden. Von den Brachegräsern, welche die Verfilzung bewirken können, ist die Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*) die bekannteste und in ihrer Wirkungsweise am besten untersuchte Art. Das Phänomen der Verfilzung ist vor allem am Beispiel dieser Art beschrieben worden (vgl. LPK-Band "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen", Kap. 2.2.1.3.1, S. 330).

Das Brachegras, das auf Sandrasen die Hauptprobleme verursacht, ist das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*), zu dessen Bracheverhalten bisher lediglich die Untersuchungen von EGLOFF (1985/1986) vorliegen. Auf Sandrasen werden vor allem die *Calamagrostis*-Polykormone virulent, die aus dem Halbschatten und bei leichter Eutrophierung operieren können (vgl. Kap. 2.2.1.3.5, S.126).

Die Bekämpfung des Land-Reitgrases (*Calamagrostis epigeios*) bereitet erfahrungsgemäß erhebliche Schwierigkeiten. EGLOFF (1986: 158) konnte bei seinen Untersuchungen auf Streuwiesen-Brachen mit Befall von *Calamagrostis epigeios* im Schweizer Mittelland keineswegs auf allen durch "Juli-Frühchnitt" behandelten Versuchspartellen eine eindeutige Schwächung dieses Brachegrases beobachten. Einschürige Herbstmahd wird von *Calamagrostis epigeios* nach EGLOFF offenbar problemlos getragen. Nach SCHEUERER et al. (1991: 57) führten die in den späten 80-er Jahren in den Offenstettener Dünen begonnenen Bekämpfungs-

maßnahmen nur bei jungen *Calamagrostis*-Ansiedlungen zu raschen Erfolgen.

B) Verhochstaudung

Als Verhochstaudung gilt die Durchdringung von Magerrasen-Beständen mit Hochstauden wie den Goldruten. Hauptproblemart auf den Sandrasenbrachen Bayerns ist zweifellos die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) (vgl. Kap. 2.2.1.3.7, S.128).

Zur Renaturierung mit Kanadischer Goldrute verhochstaudeter Sandrasen liegen bisher keine publizierten Untersuchungen vor. Dokumentierte Untersuchungen zur gezielten Bekämpfung von *Solidago canadensis* wurden auf der Königsbrunner Heide von N. MÜLLER/Augsburg gewonnen (siehe auch LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen"). Die durch Dauerflächenbeobachtung dokumentierten Auswirkungen wurden jedoch bisher nicht publiziert. Besonders empfindlich reagiert *Solidago canadensis* offenbar auf zweimaligen Schnitt mit Schnitt-Zeitpunkten im späten Juni und Ende August. Die Doppelmahd nimmt diesen Hochstauden die Möglichkeit, in den Rhizomen Reservestoffe zu speichern. Außerdem werden die Goldruten durch diese Maßnahme wirksam an Blüte und Samenverbreitung gehindert.

2.5.1.6 Neuschaffung von Sandrasen

Die Neubildung von Sandrasen und von Lebensstätten für sandrohboden-bewohnende Pionierarten kann grundsätzlich über neuangelegte Pionierstandorte erfolgen. Hierfür kommen vor allem

- flachabgeschobene Sandrohböden,
- Böschungen von Straßen- und Eisenbahntrassen,
- Leitungstrassen (vgl. LPK-Band II.16 "Leitungstrassen")

in Frage. In den (ehemaligen) Hauptvorkommensräumen der Sandrasen wie dem Rednitz-Regnitzbecken läßt sich die Beobachtung machen, daß auf derartigen neugeschaffenen Standorten relativ häufig sandrasenartige Vegetationsbestände vorkommen. In isolierter Lage handelt es sich dabei zumeist nur um Sandrasen-Fragmentgemeinschaften, die allerdings wie an einigen Straßenböschungen im Raum Volkach-Kitzingen sehr selten gewordene Arten wie den Nordischen Mannschild (*Androsace septentrionalis*) enthalten können. Auf flach abgeschobenen Sand-Flurstücken im Raum Alzenau, die in engem räumlichen Kontakt zu den ehemaligen "Alzenauer Sanden" stehen, befindet sich eines der letzten Massenvorkommen der Sandstrohblume (*Helichrysum arenarium*) in Bayern.

2.5.2 Grenzen und Chancen für Wiederherstellung und Neuanlage

Generell können die Sandrasen als ausgesprochen regenerationsfreundlich gelten. Eutrophierungen wirken sich auf den Sand-Standorten bei weitem nicht so nachhaltig aus wie auf Lehm- und Tonböden, die sich durch ein wesentlich höheres

Sorptionsvermögen auszeichnen und die Aushagerung der potentiellen Standorte der Kalk- und der Silikatrasen sehr hinauszögern.

Für die Regeneration von oligotrophen Sandrasen lassen sich zudem wesentlich günstigere Prognosen als für Niedermoor-Standorte stellen. Intensivierungen, wie z.B. Entwässerungsmaßnahmen, sind auf den Niedermoor-Standorten mit irreversiblen, nicht wieder "gutzumachenden" Substratveränderungen verknüpft, wie sie auf flachgründigen Sand-Standorten nur durch das "Hochhackern" von lehmigen Bodenbestandteilen herbeigeführt werden können. Die Chancen, den oligotrophen Lebensgemeinschaften der Sandfluren wieder zu mehr Raum zu verhelfen, können daher prinzipiell als recht gut gelten. Das erreichbare Regenerations- und Neubildungs-Niveau hängt dabei wesentlich von Nähe und Qualität zu benachbarten Sandrasen-Ökosystemen sowie vom Eutrophierungsgrad des in Aussicht genommenen Standorts ab.

1) Nähe und Qualität zu benachbarten Sandrasen

Eine vollständige Regeneration bzw. Neubildung von Sandrasen-Ökosystemen ist nur zu erwarten, wenn wenigstens hinsichtlich der Grundarten-Garnitur vollständige Sandrasen in möglichst enger Benachbarung erhalten geblieben sind. Liegen keine engen räumlichen Verbindungen mehr vor, so können mittels Ferntransport nur die Diasporen von anemochoren und vogelverbreiteten Sandrasen-Arten einwandern. Ansonsten kann nur über gezieltes Einbringen von Diasporen-Material zum richtigen Zeitpunkt (d.h. wenn die Konkurrenzverhältnisse die Etablierung gestatten) sowie über eventuelle Seedbank-Vorräte im Boden die Sandrasen-Artengarnitur bereitgestellt werden.

2) Der Eutrophierungsgrad des in Aussicht genommenen Standorts

Sandrasen-artige Vegetationsbestände mit einem Vorherrschen der Arten des CORYNEPHORION-, des THERO-AIRION- und des ARMERIO-FESTUCETUM können sich erst einstellen, wenn die Nährstoffvorräte im Boden für die Arten der halbruderalen Queckenfluren (AGROPYRETEA) und des Wirtschaftsgrünlandes (ARRHENATHERION) nicht mehr ausreichen. Die Aushagerung schwach humoser oder fast humusfreier (Äcker!) Sandstandorte scheint selbst bei erheblicher Aufdüngung in Zeiträumen von 10 bis 20 Jahren möglich zu sein. Starke Ertragsabfälle lassen sich auf gedüngten Sandstandorten bei Aushagerungsmanagement schon nach ein bis zwei Jahren beobachten, während auf Lehmböden oft mehrere Jahre hierfür verstreichen.

Auf der Basis dieser beiden Prämissen wird nachfolgend angegeben, welche Konstellationen für relativ günstige Regenerationschancen sprechen und für welche dies nicht gilt.

Wiederherstellung aus Grünland

Gegenwärtig lassen sich Prognosen zu dem erreichbaren Wiederherstellungsgrad von Sandrasen aus-

gehend von Wirtschaftsgrünland und zu dem hierfür zu erbringenden Aufwand nur unter Vorbehalten stellen, da es bisher an einschlägigen Erfahrungen mangelt. Bisher liegen diesbezüglich keine wissenschaftlichen Untersuchungen vor, in denen die Thematik der Aushagerung von Grünlandflächen zum Zwecke der Sandrasen-Regeneration behandelt wird. Ein klares Bild bietet sich deshalb bisher nicht dar,

- bis zu welchem Eutrophierungsniveau der Vegetation eine Aushagerung mit begründeter Aussicht auf einen Wiederherstellungs-Erfolg in überschaubaren Zeiträumen betrieben werden kann (wobei der zu leistende Aufwand sich selbstverständlich in einem vertretbaren Rahmen bewegen muß);
- welches Management eine Annäherung an den Ausgangszustand am ehesten wahrscheinlich macht;
- inwieweit der Ausgangszustand tatsächlich wiederhergestellt werden kann oder inwieweit auf unübersehbare Zeit das Niveau einer sandrasennahen Halbfettwiese mit Arten des Wirtschaftsgrünlandes oder der Sandruderalstellen in Kauf genommen werden muß.

Es versteht sich von selbst, daß die Regenerationschancen um so günstiger zu bewerten sind, je geringer die zwischenzeitliche Aufdüngung ausfiel. Günstige Ausgangsbedingungen für Wiederherstellungsbestrebungen durch ein Aushagerungsmanagement liegen vor, wenn sich auf der in Frage kommenden Fläche noch Sandrasen-Arten nachweisen lassen.

Auf noch vorhandene Sandrasen-Potentiale in Wirtschaftswiesen und in halbruderalen Wiesen auf Sand-Standorten deuten folgende Arten:

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| <i>Agrostis tenuis</i> | Rotes Straußgras |
| <i>Armeria elongata</i> | Sand-Strohblume |
| <i>Artemisia campestris</i> | Feld-Beifuß |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> | Sand-Hornkraut |
| <i>Corynephorus canescens</i> | Silbergras |
| <i>Dianthus carthusianorum</i> | Karthäuser-Nelke |
| <i>Dianthus deltoides</i> | Heide-Nelke |
| <i>Erophila verna</i> | Frühlings-Hungerblümchen |
| <i>Euphorbia cyparissias</i> | Zypressen-Wolfsmilch |
| <i>Festuca ovina</i> agg. | Artengruppe des Schafschwingels |
| <i>Festuca rubra</i> agg. | Artengruppe des Rotschwingels |
| <i>Herniaria glabra</i> | Kahles Bruchkraut |
| <i>Hieracium pilosella</i> | Mausohr-Habichtskraut |
| <i>Holosteum umbellatum</i> | Spurre |
| <i>Hypochoeris radicata</i> | Kahles Ferkelkraut |
| <i>Jasione montana</i> | Berg-Rapunzel |
| <i>Luzula campestris</i> | Hainsimse |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | Kleine Pimpernelle |
| <i>Potentilla argentea</i> | Silber-Fingerkraut |
| <i>Rumex tenuifolius</i> | Schmalblättriger Zwergampfer |
| <i>Saxifraga tridactylites</i> | Dreifinger-Steinbrech |
| <i>Sedum acre</i> | Scharfer Pfeffer |
| <i>Tymus serpyllum</i> | Sand-Thymian |

Sind Sandrasen-Arten in Wirtschaftsgrünland-Flächen noch feststellbar, so ist die Hoffnung berechtigt, mit der Herbeiführung von Nährstoffentzügen den Anteil dieser Artengruppe allmählich wieder erhöhen zu können.

Lassen sich Sandrasen-Arten im engeren Sinn in der zur Wahl stehenden Aushagerungsfläche nicht mehr nachweisen, so kann das Vorkommen von Halbfettwiesenarten wie *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Galium verum* einen Fingerzeig auf ein nicht allzu hohes Eutrophierungsniveau geben.

Fehlen auch die Halbfettwiesen-Arten vollständig und ist der Oberboden zudem stark humos, so daß von einem im Vergleich zu Sandrohböden stark erhöhtem Sorptionsvermögen ausgegangen werden muß, so besteht keine begründete Aussicht auf das Erreichen eines magerrasen-artigen Niveaus in mittelfristigen (ca. 20 Jahre) Zeiträumen. Eine derart beschaffene Extensivierungsfläche vermag jedoch bei bestimmten räumlichen Konstellationen immer noch wertvolle Dienste für naturschutzbezogene Konzeptionen zu leisten, zum Beispiel als Pufferfläche für benachbarte, wertvolle Sandrasen-Restflächen.

Die Erfolgsaussichten Aushagerungserfolge zu erzielen, sind bei einem dreischürigen Mahd-Management erheblich größer als bei einem zweischürigen. Die Ertragsabschöpfungen liegen deutlich höher, die Nährstoffentzüge mutmaßlich sogar erheblich über den Werten, die bei zweischüriger Mahd erzielt werden können. Der dreimalige Schnitt (Mitte Juni, Ende Juli, Anfang Oktober) öffnet und lockert zudem stärker die Grasnarbe, so daß die Ansiedlungschancen für einwandernde beziehungsweise aufkeimende Arten wesentlich verbessert werden. Bei zweimaliger Mahd ergeben sich wesentlich höhere Ernteabschöpfungen bei der Kombination Frühsommer plus Herbstmahd als bei der Kombination Hochsommer plus Herbstmahd. Einschürige Mahd ist zur Aushagerung anscheinend wenig geeignet und scheidet als Managementform zur Regeneration von Sandrasen ausgehend von halbfettwiesen- oder fettwiesen-artigen Beständen aus.

Inwieweit wirksame Nährstoffaushagerungen durch Schafbeweidung erfolgen können, ist unklar. Selbst bei Pferchung außerhalb der Regenerations-Flächen verbleiben die Aushagerungen vermutlich in einem wesentlich niedrigeren Rahmen als bei zwei- bis dreischüriger Mahd. Mehr Spielräume als es die Mahd vermag, dürfte die Beweidung dagegen der Schaffung von offenen Bodenstellen einräumen, wodurch die Neuansiedlungschancen von Magerzeigern u. dgl. sehr verbessert werden.

Wiederherstellung aus Äckern

Die Regeneration von Sandrasen aus Äckern und Weinbergsgelände ist wesentlicher Bestandteil der "Feld-Weide-Wechselwirtschaft", einer traditionellen Bewirtschaftungsform der Sandrasen-Standorte, die bereits in Kap. 1.6.2.3 dargestellt wurde. Die Entstehung von Sandrasen auf Ackergelände ist somit ein seit langem bekannter und vertrauter Vorgang, der bereits in weniger als 20 bis 30 Jahren zu sehr guten Ergebnissen führen kann. Nur geringe

Hemmnisse für die Entstehung von Sandrasen auf Ackerbrachen in Zeiträumen von nur ca. 5 bis allenfalls 20 Jahren liegen vor, wenn:

- an das stillzulegende Acker- und Weinbergsgelände Sandrasen unmittelbar angrenzen, so daß Sandrasen-Arten gut einwandern können;
- das Ackergelände nicht oder nur mäßig aufgedüngt wurde.

Heute stellt sich nach der Stilllegung von Äckern häufig das Problem, daß diese zuvor erheblich aufgedüngt wurden. Eine magerrasenartige Vegetation dürfte sich auf diesen oder vergleichbar mit Nährstoffen befrachteten Äckern mithin erst etablieren können, wenn die Nährstoffvorräte im Boden so stark abgesenkt sind, daß eutraphente, konkurrenzkräftige Ruderal- oder Grünlandarten ihren Nährstoffbedarf nicht mehr decken können. Die Frage, ob zwischenzeitlich stark aufgedüngte Sandäcker sich in einen sandrasen-artigen Zustand überhaupt zurückführen lassen und welches Aushagerungs-Niveau erreicht werden kann, muß vorläufig offen bleiben. Wegen des geringen Sorptionsvermöges der Sandböden kann auch in diesem Fall auf lange Sicht grundsätzlich eine günstige Prognose gestellt werden.

Die Chancen, daß sich auf aufgedüngten Acker-Standorten eines Tages eine Sandrasen-Vegetation einstellt, werden erheblich verbessert, wenn nach der Stilllegung noch einige Jahre ein Feldfruchtbau eingeschoben wird, der starke Nährstoffentzüge verursacht. Starke P-Entzüge führt zum Beispiel der Flachs-Anbau (*Linum usitatissimum*) herbei. Nachdem eine weitgehende Erschöpfung der Nährstoffvorräte eingetreten ist, kann mit Aussicht auf raschen Erfolg ein magerrasen-gemäßes Mahd- bzw. Weide-Management begonnen werden.

Die Chancen, den Sukzessionsprozeß zur Sandrasenentwicklung hin umzulenken, werden auf seit Jahren aus der Nutzung genommenen, stark eutrophierten Sandacker-Bracheflächen mit unduldsamen, vitalen Quecken-Stadien erheblich verbessert, wenn die obersten, eutrophierten Sandschichten abgehoben werden. Diese Radikalkur kann selbstverständlich nur an Stellen empfohlen werden, wo aus Gründen der Sandlagerstätten-Erhaltung keine Bedenken gegen einen derartigen Schritt bestehen.

Ist ein Abtragen der obersten Sandschichten nicht finanzier- oder verantwortbar, so kann durch Mahd oder Beweidung versucht werden, allmählich eine Ausmagerung herbeizuführen, um einer sandrasenähnlichen Vegetation wieder bessere Konkurrenzchancen zu verschaffen.

Hat die Sandackernutzung flachgründiger Flugsand-Linsen infolge tiefen Pflügens ehemals überdecktes, stark lehmiges oder toniges Material in den Wurzelraum des Oberbodens befördert, so ist einer Sandrasen-Regeneration in einer wohl irreversiblen Weise die edaphische Grundlage entzogen! In solchen Fällen ist davon abzuraten, kostspielige Wiederherstellungsmaßnahmen einzuleiten.

Wiederherstellung aus Verwaldungen und Aufforstungen

Als wesentlich schwieriger und mühsamer, Sandrasen auf Sandackerflächen wiederherzustellen, dürfte sich nicht selten die Verwirklichung von Regenerationsbemühungen auf aufgeforsteten oder seit Jahrzehnten verwaldeten Sandflächen erweisen. Zumindest auf tiefgründigen Sandböden, deren Substrateigenschaften bis in die pflügbaren Tiefen +/- konstant bleiben, verursacht eine jahrzehntelange Ackernutzung oft weit weniger nachhaltige Bodenveränderungen, als es Kiefern-Aufforstungen und erst recht Robinien-Verwaldungen vermögen.

Über die Wiederherstellungsgrade, die ausgehend von völlig mit der Waldkiefer oder der Robinie verwaldeten oder zugeforsteten Flächen erzielt werden können, sind zuverlässige Aussagen vorläufig nicht möglich. Sicher genügt es zu einer erfolgreichen Wiederherstellung eines offenen Sandrasen-Ökosystems jedoch nicht, lediglich die Kiefernbestockung zu entfernen. Chancen zu einer Regeneration bestehen nur, wenn zusätzlich die Entfernung der zwischenzeitlich entstandenen Rohhumusdecken und Trockenmoderauflagen vollständig gelingt.

Mit unangenehmen Folgen ist zu rechnen, wenn ein Teil der entstandenen Humusauflagen in die oberen Sandschichten mit eingemischt wird. Das Untermischen der Humusauflagen in den Sand führt zu Eutrophierungseffekten, die die Sandrasen-Regeneration wesentlich hinauszögern können.

Erhebliche Standortveränderungen infolge ihres Vermögens, Luftstickstoff zu binden, verursacht die Robinie. Inwieweit sich nach einer erfolgreichen (zumeist sehr langwierigen) Robinien-Abräumung magerrasen-artige Vegetationsbestände auf den freigestellten Flächen wieder etablieren können, ist unbekannt. Sicher wird sich ein Aushagerungs-Management nach einer Robinien-Abräumung zunächst nicht umgehen lassen.

Wiederherstellung aus verfilzten und verhochstaudeten Beständen

Selbst für mit dem Land-Reitgras verfilzten oder mit der Kanadischen Goldrute verhochstaudeten Brachen lassen sich günstige Prognosen für eine relativ rasche Rückführung in artenreichere Sandrasen nur stellen, wenn zwei Mahden pro Jahr (Mahd Mitte Juni, Mahd erste Augushälfte) durchgeführt werden. Insbesondere bei nährstoffgespeisten (z.B. Abfallhaufen u. dgl.) Polykormonen von *Calamagrostis epigeios* und *Solidago canadensis* ist die Doppelmahd notwendig, um diese wirksam zu schädigen.

Neuanlage von Sandrasen-Standorten

Durch das Abschieben eines sorptionsfähigen Oberbodens lassen sich auf den Quarzsandlagerstätten Standorte erzeugen, die in kurzer Zeit sandrasen-artige Vegetationsbestände tragen können und auf denen sich die Tierarten der Pionier-Sandstandorte einfinden. Im Maindreieck und im mittleren und unteren Rednitz-Regnitzbecken lassen sich v.a in Baulandbrachen an zahlreichen Stellen junge Pio-

nier-Sandrasen auffinden. Eingehende Untersuchungen über das Artenpotential dieser jungen Pionierstandorten, über die Abhängigkeit von Sand-Lieferbiotopen stehen noch aus, so daß es für fundierte Bewertungen noch zu früh ist.

Ebenso finden sich vielfach kleinflächige Sandrasen an in den letzten 15 Jahren entstandenen Straßenböschungen, die in den Quarzsandlagerstätten angelegt sind. Straßenböschungen bleiben infolge des Straßenverkehrs erheblichen Immissionen wie Schwermetall-Einträgen, Reifenabrieb, Einwehungen von Salz-Stäuben, eventuell auch N-Verbindungen ausgesetzt. Die Böschungsvegetation unterliegt somit erheblichen Belastungen, die nur sehr eingeschränkt die Verfolgung anspruchsvoller, naturschutzbezogener Zielsetzungen zulassen.

2.6 Vernetzung und Biotop-Verbund

Bevor besprochen wird, in welcher Weise "**Vernetzung**" und "**Biotop-Verbund**" Instrumente der Pflege- und Entwicklungsplanung sein können, sind zunächst klare Definitionen dieser beiden häufig immer noch fälschlicherweise synonym verwendeten Begriffe notwendig, um Mißverständnisse möglichst zu vermeiden. Die Verwendung der Begriffe "**Vernetzung**" und "**Verbund**" richtet sich nach den von HEYDEMANN (1988: 9 ff.) entwickelten Definitionen.

- **Verbund** bedeutet den flächenhaften oder räumlichen Kontakt von Lebensräumen, die miteinander sowohl in Längs- wie in Querrichtung in Beziehung stehen können (vgl. auch JEDICKE 1990: 69). Bei einem **direkten Verbund** stoßen die beiden Biotope unmittelbar aneinander an. Von einem **indirekten Verbund** kann man sprechen, wenn Ökosysteme/Biotope im Arten-Austausch stehen, sich aber nicht in einem direkten, räumlichen Kontakt befinden (HEYDEMANN 1988: 13). Vereinfacht gesagt handelt es sich bei einem Verbund um den "**Kontakt von Biotop zu Biotop oder von Ökosystem zu Ökosystem**" (HEYDEMANN 1988: 9).
- Der Begriff **Vernetzung** hingegen bezieht sich auf die funktionalen Beziehungssysteme zwischen pflanzlichen und tierischen Organismen, die sich im Verlauf der Evolution von Ökosystemen herausgebildet haben. Die Vernetzung zwischen einem Sandrasen und einem Auwald beispielsweise stellt nichts anderes dar als das Beziehungsgeflecht der Tiere und Pflanzen dieser beiden Ökosystem-Typen, oder, wie HEYDEMANN (1988: 9) es formuliert, "**den Kontakt zwischen den Organismen dieser Ökosysteme**". Die Gestaltung dieses Beziehungsgeflechtes beruht auf den autökologischen und synökologischen Potenzen ihrer Teilnehmer. Zu unterscheiden sind **direkte** und **indirekte Vernetzung**. Eine **direkte Vernetzung** erfolgt zwischen zwei Organismen, die unmittelbar miteinander in Beziehung treten. Eine **indirekte Vernetzung** (vgl. HEYDEMANN 1988) liegt vor, wenn zwei Organismen mittelbar über einen

dritten Organismus miteinander in Beziehung stehen (Bsp.: Zwei Mitglieder einer Nahrungskette, die nicht in einem direkten Räuber-Beute-Verhältnis zueinander stehen). Zwischen den Organismen von zwei Ökosystemen ergeben sich zumeist sowohl direkte als auch indirekte Vernetzungen.

Die Verwendung der Begriffe "**Vernetzung**" und "**Verbund**" in diesem Sinn hat folgende Konsequenzen: Die Vernetzung, die sich zwischen zwei Ökosystemen ausbildet, hängt von der Ähnlichkeit dieser Ökosysteme zueinander ab und ist somit dem planerischen Zugriff ebensowenig zugänglich wie zum Beispiel das Beutefangverhalten eines Habichts. Die Beziehungen, die sich zwischen den Organismen bei einem (direkten oder indirekten) **Verbund** zweier Biotop-Typen einstellen können, sind weitgehend determiniert, wie zum Beispiel blütenökologische Bindungen zwischen Pflanzen- und Insektenarten, Beute-Räuber-Beziehungen, Wirt-Parasit-Verhältnisse, Art und Weise von Nischenbesetzungen usw. **Die Vernetzung stellt somit - im Gegensatz zum Biotop-Verbund - kein Instrument der Pflege- und Entwicklungsplanung dar, wie fälschlicherweise immer wieder angenommen wird.**

Durch den **Verbund** läßt sich das **Vernetzungspotential** zwischen zwei Biotopen realisieren: Bei einer identischen Verbund-Konstellation (Bsp.: direkter Verbund) vernetzen sich ökologisch verwandte Biotop-Typen viel stärker miteinander als ökologisch ungleichartige Biotop-Typen. Zwei Biotop-Typen mit einem minimalen Vernetzungspotential sind auch bei direktem Verbund kaum oder sogar gar nicht miteinander vernetzt.

Geringe bzw. im Sinne des Naturschutzes unerwünschte Vernetzungen ergeben sich bei einem Verbund zwischen einem Sandrasen und einem Maisacker. Maisäcker entwickeln in einem Verbund zu Sandrasen mit diesen ein Vernetzungsgefüge, das das Eindringen von Ubiquisten, durch Stoffeinträge zudem von eutraphenten Arten gestattet. Ein solcher "**Stör-Verbund**" führt mithin zu Störeinflüssen, die Biozöosen der Sandrasen beeinträchtigen.

Jede Naturschutz-Strategie zielt nun selbstverständlich auf das Gegenteil ab, nämlich auf den Verbund von Biotop-Typen, die sich gut miteinander vernetzen und zugleich aus Naturschutzsicht wertvoll sind. Es ist das Grundanliegen der Verbundplanung schlechthin, den Verbund von solchen Biotop-Typen zu verbessern, wiederherzustellen oder erst neu anzulegen, die untereinander ein hohes Vernetzungspotential aufweisen und sich im Artenaustausch sinnvoll ergänzen und nicht beeinträchtigen. Nur so kann der Biotop-Verbund seinen Zweck erfüllen, mit dazu beizutragen, einzelne Arten wie auch die Vollständigkeit von Lebensgemeinschaften zu erhalten.

Eine Aufgabe dieses Kapitels ist es deshalb, dem Leser eine Übersicht über die Lebensraum-Typen zu geben, die sich mit Sandrasen in einer günstigen Weise vernetzen. Dies geschieht im **Unterkapitel 2.6.2** (S.154), in dem die wichtigsten Biotop-Typen Bayerns zusammengestellt sind, die diese Eigen-

schaft aufweisen und die sich daher für den Biotop-Verbund mit Sandrasen als "Einzel-Elemente" oder "Einzel-Bausteine" eignen. Zugleich werden auch einige Lebensraum-Typen aufgeführt, die zu Sandrasen nur ein geringes Vernetzungspotential aufweisen oder gar eine Barrierewirkung hervorrufen.

Zuvor wird jedoch in dem einleitenden **Unterkapitel 2.6.1** die Notwendigkeit des Biotop-Verbunds im Hinblick auf Sandrasen-Erhaltung, ausgehend von Überlegungen zur "Insel-Theorie", erläutert und begründet.

Das dritte **Unterkapitel 2.6.3** (S.159) knüpft in der Gedankenführung an das zweite Unterkapitel (**Kap. 2.6.2**, S.154) an und beschäftigt sich mit dem Problem, wie ein Verbund beschaffen sein muß, um das Vernetzungspotential zwischen zwei Sandrasen bzw. einem Sandrasen und einem "verwandten" Lebensraumtyp möglichst auszuschöpfen. Welche "Verkoppelungen" bei einem derartigen Verbund begünstigen eine hohe, tatsächlich sich einstellende Vernetzung, welche bewirken das Gegenteil ?

Den Abschluß bildet das vierte **Unterkapitel 2.6.4** (S.160), das sich mit der Konzeption des Biotop-Verbund-Systems beschäftigt (vgl. JEDICKE 1990: 70 ff.). Dieses System beinhaltet möglichst großflächige Einzellebensräume, kleinflächige Einzellebensräume mit Vorherrschen der Trittsteinfunktion, unmittelbar verbindende Korridor-Biotop-Typen und einbindende Extensivierungsflächen als Rahmen. Dieses System-Konzept wird auf Sandrasen hin modifiziert, die Chancen und Möglichkeiten zur Erhaltung und Förderung von Sandrasen in Biotop-Verbund-Systemen werden diskutiert.

2.6.1 Notwendigkeit der Integration von Sandrasen in Biotop-Verbundsysteme als Resultat von Überlegungen zur Inseltheorie

Die weit überwiegende Mehrzahl der heute in Bayern noch vorkommenden Sandrasen stellen Restflächen ehemals viel ausgedehnter Vorkommen dar. Mit der Sandrasen-Schrumpfung ist zugleich eine starke Zersplitterung einhergegangen. Diese erst vor wenigen Jahrzehnten erfolgten Schrumpfungen und Zersplitterungen berechtigen dazu, künftige Artenverluste der Sandrasen-Lebensräume vorauszusagen, die sich aus theoretischen, der Inseltheorie entnommenen Überlegungen herleiten. Inwieweit läßt sich die "Inseltheorie" auf die Situation der bayerischen Sandrasen anwenden ? Mit dieser Frage beschäftigt sich das **Kap. 2.6.1.1**, S.151. In diesem Zusammenhang wird auf einige zentrale Grundbegriffe zur Thematik "Vernetzung und Biotop-Verbund" wie "Inseltheorie", "Verinselung", "Habitatinsel", "Minimum-Areal", "Trittstein-Biotop", "Korridor-Biotop" eingegangen, wobei der Bezug zum Lebensraum-Typ Sandrasen immer wieder hergestellt wird. Im **Kapitel 2.6.1.2** (S.153) wird auf die Möglichkeit des Biotop-Verbunds als Antwort der Naturschutz-Strategie auf "Verinselung" und "Isolation" aufmerksam gemacht.

2.6.1.1 Die "Inseltheorie" und ihre Relevanz für die Situation der bayerischen Sandrasen

Für die Verinselung zahlreicher Lebensraumtypen in unserer Kulturlandschaft infolge des Nutzungswandels in den vergangenen 150 Jahren sind die Sandrasen ein besonders krasses Beispiel. Mit dem Begriff "**Verinselung**" wird zum Ausdruck gebracht, daß eine Lebensgemeinschaft nicht mehr in ökologische Verflechtungen integriert ist, die sich theoretisch "unendlich" weit in den Raum verfolgen lassen, sondern vielmehr auf eine quasi inselartige Fläche zurückgedrängt ist. Umgekehrt sind die Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten der Zuwanderung von lebensraum-typischen Arten auf diese Restfläche von außen so gering, daß sich eine weitgehende Isolation ergibt. Die Parallelen in der Raumstruktur und die (vermutete) Ähnlichkeit der Isolierung solcher Restflächen in der intensiv genutzten Agrarlandschaft mit der von Inseln im Meer führte zur Begriffsprägung "**Habitatinsel**" (vgl. MADER 1980: 92).

Dem bildlichen Vergleich von "Insel/Meer" mit "Habitatinsel/intensive Agrarlandschaft ringsherum" folgte die Übertragung der von MC ARTHUR und WILSON entwickelten "Inseltheorie" auf die "Habitatinsel" und ihr Umfeld. Demnach vollzieht sich der "Artenhaushalt" einer "Habitatinsel" nach denselben Gesetzmäßigkeiten wie der einer Insel. Die grundlegenden Hypothesen der Inseltheorie (vgl. JEDICKE 1990: 51 ff.) stellen sich wie folgt dar:

- 1) Die Flächengröße einer Insel steht in einem direkten Verhältnis zu ihrer Artenzahl. Je größer die Insel, desto reichhaltiger ist das Artenspektrum. Diese **Arten-Areal-Beziehung** findet ihren Ausdruck in Graphiken, welche die Artenzahl in Beziehung zur Flächengröße setzen.

- 2) Auf Inseln besteht ein Gleichgewicht zwischen der Zahl der neu einwandernden und der aussterbenden Arten. Hierbei handelt es sich um ein Fluktuieren um einen Mittelwert, der als **Turn-over (Arten-Umsatz)** bezeichnet wird. Bei neu zu besiedelnden Inseln liegt die **Einwanderungsrate** so lange höher als die **Aussterberate**, bis das **Gleichgewicht** (vgl. Abb. 2/8) erreicht wird.
- 3) Die Einwanderungsrate hängt von der Größe und Entfernung der Besiedlungsquelle ab, womit der nächstliegende, ähnlich geartete Lebensraum gemeint ist (= **Arten-Distanz-Beziehung**).
- 4) Selbst winzige Inseln können als **Trittsteine** die Austauschprozesse erheblich verstärken, indem sie den vorübergehenden Aufenthalt von Arten erlauben, ohne unbedingt als Dauerlebensraum geeignet zu sein. Der **Trittstein-Effekt** verkürzt die auf einmal zu überwindende Distanz zur nächsten größeren Insel.

Inwieweit lassen sich diese zentralen Gedanken der "Inseltheorie" auf die Situation der Sandrasen in Bayern übertragen ?

Zu Punkt 1:

Generell trifft die Arten-Areal-Beziehung auch für Sandrasen-Lebensräume zu. Neben der Flächengröße hängt der Artenreichtum von der strukturellen und standörtlichen Reichhaltigkeit sowie von den Nutzungs- und Pflegezuständen ab. Die Flächengröße schlägt in unteren Flächenbereichen (unter fünf Hektar Größe) als ein bestimmender Faktor des Artenreichtums vor allem deshalb sehr stark zu Buche, weil sich die vollständige, strukturelle und standörtliche Palette der Sandrasen-Lebensräume und verschiedene Nutzungs- und Pflegezustände nur bei einem Mindestmaß an angebotener Fläche "unterbringen lassen". Diese "Standort-, Struktur- und Nutzungszustände" bedürfen ihrerseits bestimmter Mindest-Flächengrößen, um entsprechend

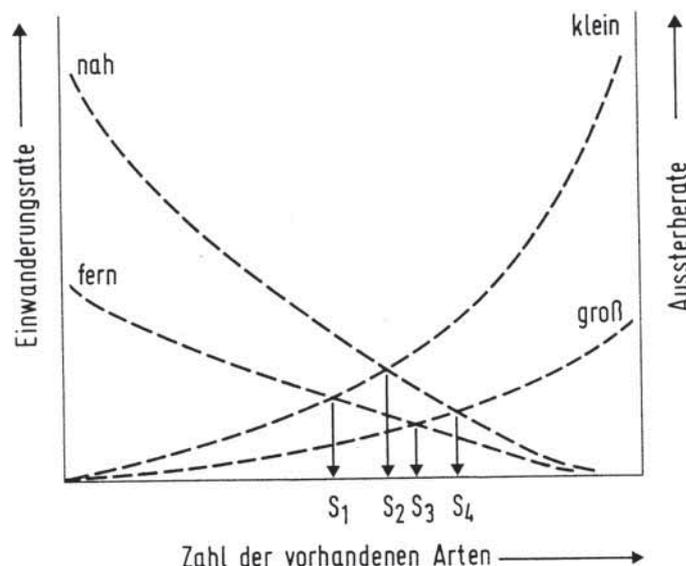


Abbildung 2/8

Gleichgewichtsmodelle (S = dynamisches Arten-Gleichgewicht) (BLAB 1986: 17)

S1 = Artengleichgewicht für kleine, weit entfernte Sandrasen

S2 = Artengleichgewicht für kleine, nahe Sandrasen

S3 = Artengleichgewicht für ausgedehnte, weit entfernte Sandrasen

S4 = Artengleichgewicht für ausgedehnte, nahe Sandrasen

spezialisierten Tier- und Pflanzenarten eine Existenzgrundlage einzuräumen.

Die Arten-Areal-Beziehung gilt strenggenommen nur für spezifische Arten der Sandrasen und verwandte Lebensräume. Kleine, exponiert in der Agrarlandschaft liegende Sandrasen-Reste weisen oft sehr hohe Artenzahlen auf. Zwischen der "Habitatinsel Sandrasen" und den umgebenden Agrarflächen herrscht nicht dieselbe strenge Separierung wie es beim Übergang Insel/Meer der Fall ist. Das Nebeneinander oder "der Verbund" Agrarfläche/Rest-Sandrasen führt bei einer Infiltrierung des Sandrasen-Lebensraumes zu Eutrophierungen (was der Regelfall ist), Änderungen des Mikroklimas und dadurch zum Einwandern biotopfremder und ubiquitärer Arten von der Agrarfläche aus in den Sandrasen-Lebensraum. Verinselte Sandrasen inmitten von Agrarflächen weisen deshalb mehr oder weniger stark gestörte Randzonen auf, welche die "ungestörte Kernzone" ummanteln. Die aus MADER (1980: 93) entnommene [Abbildung 2/9](#) (S. 153) stellt diese Verhältnisse anschaulich dar. Überstreicht die Störzone den gesamten Sandrasen, wie dies heute bei fast allen Restflächen der Fall ist, die in der Agrarlandschaft liegen, so verschwindet die ungestörte Kernzone vollends.

Die Ausbildung solcher Störzonen stellt einen für die Naturschutzpraxis höchst wichtigen Unterschied in der Beziehung zwischen "Insel/Meer" und "Sandrasen/Agrarfläche" dar. Während das Meer die Insel nicht sukzessive vereinnahmt und die Inselfläche weitgehend vor dem Meer "sicher" ist, gilt dies für Sandrasen inmitten einer intensiv genutzten Agrarlandschaft keineswegs. Sie sind einer mehr oder minder schleichenden Verfremdung ausgesetzt.

Die Randzonen-Überformung wirkt sich bei "Insel-Biotopen", die standörtlich den Agrarflächen ähnlich sind (ähnliche edaphische Verhältnisse usw.), in der Nährstoffversorgung jedoch stark von diesen abweichen, besonders kraß aus. Alle oligotrophen, jedoch hinsichtlich des Wasserhaushaltes nicht extremen Lebensgemeinschaften werden bei Eutrophierung den umgebenden Agrarflächen so "ähnlich", daß die Organismen des "Agrarflächenmeeres" die immer stärker ihren "Inselcharakter" verlierende Restfläche überschwemmen können.

Zu Punkt 2:

Zuwanderungen von Arten in Sandrasen-Inseln erfolgen somit hauptsächlich über biotopfremde Arten. Zuwanderungen von sandrasen-spezifischen Arten und von Arten sandrasen-verwandter Lebensraum-Typen spielen in stark isolierten Sandrasen

heute vermutlich nicht einmal mehr eine marginale Rolle. Umgekehrt läßt sich auf den geschrumpften und zersplitterten Sandrasen jedoch ein steter Rückgang der biotoptypischen Sandrasen-Arten nachweisen, ein Gleichgewicht zwischen Zu- und Abwanderung von Sandrasen-Arten hat sich noch nicht eingestellt. Worin liegen die Ursachen? Vor allem Sandrasen, die heute Reste ehemals großflächiger, oft noch um 1950 zusammenhängender Heideflächen darstellen, beherbergen mutmaßlich immer noch wesentlich mehr Sandrasen-Arten, als dies nach Einstellung des neuen Gleichgewichtszustandes der Fall sein wird. Es liegt auf der Hand, daß nach Radikalschrumpfungen, wie sie etwa die Terrassensandrasen im Rednitz-Regnitzbecken oder die Abensberger Sande in den letzten sieben Jahrzehnten erlitten haben, weitere Artenverluste auf den nur noch wenige Prozent oder gar Promille des Ausgangsbestandes umfassenden Restflächen zu erwarten sind. Das Verschwinden der Blauen Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) in diesen Gebieten oft viele Jahre **nach** dem radikalen Schrumpfungsprozeß mag als Indiz für ein derartiges "nachträgliches" Aussterben infolge Biotop-Zerstörung dienen*.

Das Verschwinden von Sandrasen-Arten auf den verbleibenden Restflächen unterbleibt theoretisch nur bei Einhaltung des notwendigen **Minimum-areals**. Zum Minimum-Areal von Sandrasen-Arten liegen bisher noch keine abgesicherten Erkenntnisse vor. Für die auf Trockenstandorten verbreitete Feld-Grille (vgl. REMMERT 1979) sowie für Hummeln, Wildbienen und Heuschrecken werden ca. 3 ha veranschlagt (vgl. RIESS 1988: 106). Wie schon in Kap. 1.5.2.5.2 ausgeführt, hat die Blauflügelige Sandschrecke einen großen Flächenbedarf an vegetationsfreien und vegetationsarmen Sanden. Die Erhaltung stabiler Populationen des Brachpiepers und der Heidelerche verlangt mindestens 80-100 Hektar große Flächen mit geeigneter Habitatstruktur, wenn man wie REICHHOLF (1988: 23) dieses Flächenmaß als Mindestgrundstock für die Erhaltung von Singvogelpopulationen ansetzt.

Beanspruchen Brachpieper und Heidelerche ein großes Mindestareal zur Ausbildung lebensfähiger Populationen, so kommen anscheinend andererseits einige sehr seltene Pflanzenarten der Sandrasen-Lebensräume mit sehr viel geringeren Raumansprüchen aus. Das Minimum-Areal kann in der Naturschutzpraxis daher lediglich in bezug auf jeweils definierte Tier- und Pflanzenarten als Planungsgröße Verwendung finden. Auch die Art-bezogene Verwendung dieses Begriffs ist keineswegs pro-

* Auf eine kritische Größe abgesunkene Populationen sind scheinbar über Jahre hinweg überlebensfähig, bis sie durch ein Katastrophen-Ereignis (ungünstige Witterung, Fehlpflege usw.) zum Aussterben gebracht werden. Einer intakten, kopfstarken Population fügt ein derartiges Ereignis zwar ebenfalls drastische Verluste zu, läßt jedoch mit größerer Wahrscheinlichkeit den notwendigen Grundstock zur erfolgreichen Regeneration überleben als bei der bereits stark geschwächten Population. Bei einer von REMMERT (1979) untersuchten Population der Feld-Grille beispielsweise schwankten die Minimum- und die Maximum-Bestandeszahlen um mehr als das hundertfache. Liegt die Normalstärke der Feld-Grille in einem Gebiet bereits auf einem niedrigen Niveau, so ist die Gefahr entsprechend groß, daß sie im Zuge eines Populationszusammenbruches endgültig (lokal) ausstirbt. Dies gilt sinngemäß auch für viele andere Arten.

blemlos möglich. Vielfach wird bei der Ableitung von Minimum-Arealen von Arten die kleinste Fläche zugrundegelegt, auf der noch Populationen nachgewiesen werden können. Es handelt sich bei derartigen Populationen jedoch in vielen Fällen um aussterbende Überbleibsel ehemals stärkerer Bestände eines vor wenigen Jahrzehnten noch viel größeren Gebietes. Für die Lebensgemeinschaft Sandrasen insgesamt ist es nicht möglich, diese Größe als präzisen, empirisch abgesicherten, für die Naturschutzpraxis verwendbaren Richtwert festzulegen.

Abgesehen davon, daß sich aufgrund der empirischen Erfahrungen konkrete Werte für Minimum-Areale zu Sandrasen zumindest nicht innerhalb eines engen Rahmens fixieren lassen, sprechen auch wissenschaftstheoretische Überlegungen dagegen, für bestimmte Sandrasen-Lebensraum-Typen Minimum-Areale auf einen bestimmten Wert (wie z.B. drei Hektar) festzulegen. Selbst bei scheinbar identischen und gleichgroßen Sandrasen können die Minimum-Areale verschieden groß ausfallen. Das Minimum-Areal einer rasen-artigen Lebensgemeinschaft wird außer durch die Flächengröße von folgenden Faktoren mitbestimmt (vgl. WITSCH 1980: 184 f.):

- Intensität der Nutzung und der Pflege;
- Barriere-Wirkung der Umgebung;
- Entfernung zum nächsten Gebiet mit einem ähnlichen Biotop-Typ-Charakter;
- biogeographische Lage des Gebietes.

Die beiden letztgenannten Punkte gehören bereits zum Diskussionsstoff der Arten-Distanz-Beziehung.

Zu Punkt 3:

Es versteht sich von selbst, daß sich die Chancen für den Austausch von Tier- und Pflanzenarten zwischen zwei Sandrasen mit abnehmenden Abständen verbessern. Über die maximalen Abstände zwischen Sandrasen, die einen regen gegenseitigen Austausch des überwiegenden Teils ihrer Artengarnituren zulassen, ist nichts Sicheres bekannt. Grundsätzlich gilt auch für Sandrasen die Regel, daß der räumliche Abstand um so geringer sein muß, je kleiner die Verbindungsbiotope sind (vgl. RIESS 1988: 104). Von der Wildbienen-Gattung *Andrena* ist bekannt, daß sie Flugdistanzen beim Pollensammeln von maximal 800 Meter zu überwinden vermag (vgl.

WESTRICH 1989: 291). Für zahlreiche weitere Wildbienen-Arten beträgt diese Entfernung ca. 200 bis 400 Meter (WESTRICH). Legt man zugrunde, daß pollensammelnde Insekten die generative Fortpflanzung der pollenspendenden Pflanzenarten gewährleisten, so ergibt sich für den Verbund von Sand-Biotopen daraus die Anforderung, diese Distanzen bei der Abstandsplanung keinesfalls zu überschreiten. Als Richtwert für die Maximalabstände zu verbindender Sandbiotope bietet sich die Entfernung von ca. 200 bis 300 Meter an.

Zu Punkt 4:

Trittstein-Biotope liegen definitionsgemäß unter dem Minimum-Areal einer Pflanzen- und Tierart und sind deshalb als Dauerlebensraum ungeeignet. Aufgrund der Schwierigkeiten, Minimum-Areale für Sandrasen-Lebensgemeinschaften zu fixieren, soll grundsätzlich der Begriff Trittstein-Biotop nur auf die jeweils betrachtete Tier- und Pflanzenart bezogen werden. Ein und derselbe Sandrasen-Lebensraum kann für eine Tierart als **großflächiger Dauerlebensraum** geeignet sein, für eine andere stellt er nur einen **Trittstein** dar. Von vornherein als Trittstein-Biotope können allenfalls solche Sandrasen-Reste gelten, die durchgehende Schädigungen aufweisen oder wo die Sandrasen nur (noch) als kleinflächige Fragment- und Rumpf-Gemeinschaften vorliegen.

2.6.1.2 Der Biotop-Verbund als mögliche Antwort auf die Verinselung von Sandrasen

Versucht man, ein Resümee zur Relevanz der vier Hauptpunkte der Inseltheorie für die bayerischen Sandrasen zu ziehen, so ergeben sich als wichtigste Befunde:

- Nahezu alle Sandrasen-Lebensräume befinden sich heute als "Biotop-Inseln" in einer Situation, die sich mit der Inseltheorie beschreiben läßt. Hinsichtlich des Austausches mit Sandrasen-Organismen mit benachbarten Biotopen bestehen starke Isolationen. Die "Sandrasen-Inseln" ihrerseits erleiden jedoch Immissionen und die Infiltration von Fremd-Arten und somit eine Verfremdung durch die umliegenden Agrarflächen.
- Die heutigen Ausdehnungen vieler Sandrasen stellen vielfach nur noch einen winzigen Bruchteil der Flächengrößen dar, die vor 40-60 Jahren

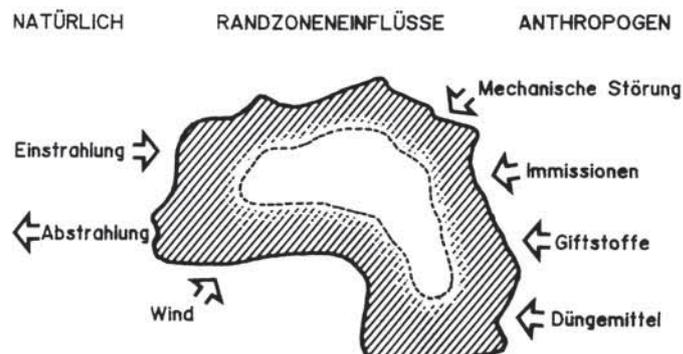


Abbildung 2/9

Randzoneneinflüsse in "Habitatinseln" wie isolierten Sandrasen-Lebensräumen-Resten in der Agrarlandschaft (MADER 1980: 93).

üblich waren. Es spricht vieles dafür, daß die extrem geschrumpften Flächen heute noch "Sandrasen-Arten-Überschüsse" aufweisen und sich ein stabiles Gleichgewicht zwischen Ab- und Zuwanderung von Sandrasen-Arten noch nicht eingestellt hat, zumal die durch die Zersplitterung bewirkte Isolation kaum noch die Zuwanderung von Sandrasen-Arten zuläßt.

Die Isolation der Sandrasen-Lebensräume wird durch Verbunde mit Biotop-Typen gemildert, die eine Mindestähnlichkeit mit diesem Lebensraum-Typ aufweisen und deshalb Transportfunktionen für Sandrasen-Arten wahrnehmen können. Für die eine oder andere Sandrasen-Tier- oder Pflanzenart können diese Biotop-Typen den besiedelbaren Lebensraum vergrößern. Die Schaffung und strukturelle Verbesserung von Verbunden aus Sandrasen und sandrasen-verwandten Biotop-Typen eröffnet neben der Verbesserung der Überlebenschancen für Sandrasen-Arten weitere artenschutzbezogene Perspektiven. Zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, welche die Ökotonen zwischen Sandrasen und verwandten Lebensräumen besiedeln, können durch Verbesserung der Verbund-Situation wirksam gefördert werden. Darüber hinaus kann sogar der Verbund von Sandrasen mit wenig verwandten Biotopen wie Feuchtwiesen sinnvoll sein, wenn damit der Lebensraum-Qualität der heute **oft besonders gefährdeten Tierarten mit Doppel-Biotop-Ansprüchen*** genüge getan wird. Für Arten mit Doppelbiotop-Ansprüchen ist die räumliche Nähe bestimmter, unterschiedlicher Biotop-Typen wichtig. Brut-, Nahrungs- oder Überwinterungshabitate liegen bei diesen Arten in unterschiedlichen Biotop-Typen, müssen jedoch eng benachbart zueinander liegen, um nutzbar zu sein.

Mithin ergibt sich: der Biotopverbund stellt eine Hilfsmaßnahme dar, welche die Vernetzung von

- Sandrasen mit Sandrasen;
- Sandrasen mit verwandten Biotop-Typen;
- Sandrasen mit wenig verwandten, aber im betreffenden Raum traditionell eng benachbarten Biotop-Typen

bewerkstelligen oder verbessern kann.

Als Ergebnis der verstärkten Vernetzung werden:

- Sandrasen-Arten gefördert, deren besiedelbarer Raum vergrößert wird (gilt auch beim Verbund mit verwandten Biotop-Typen);
- Ökoton-Bewohner begünstigt, wenn das Gefüge Sandrasen/verwandter Biotop-Typ neugeschaffen oder verbessert wird;
- Biotopkomplex-Bewohnern verbesserte Überlebenschancen eingeräumt, wenn traditionelle Benachbarungen von andersartigen Biotop-Typen

zu Sandrasen wieder installiert werden bzw. in ihrer Raumwirkung verbessert werden (z.B. durch Entfernung von Barriere-Strukturen).

Die Aufgabe und Notwendigkeit des Biotop-Verbundes besteht nicht zuletzt darin, die Mosaikstruktur der Biotope so weit wieder instandzusetzen, daß das "tragende, traditionelle Netzwerk der Organismen in einem Landschaftsraum nicht zerrißt" (vgl. REICHHOLF 1988: 23).

2.6.2 Eignung von Biotoptypen für den Verbund mit Sandrasen

Die Verbesserung bzw. der Wiederaufbau der Vernetzung zwischen voneinander getrennten Sandrasen kann nur über Biotop-Typen erfolgen, die diesen so ähnlich sind, daß sie sich für Sandrasen-Arten (z.B. Gefäßpflanzen, Insektenarten) als Zusatzlebensraum eignen oder zumindest genügend "durchlässig" sind, um die Migration dieser Arten zu gestatten. Inwieweit sich zwischen den bayerischen Sandrasen-Lebensräumen und räumlich benachbarten Biotop-Typen tatsächlich tiefgreifende Vernetzungen ausbilden, ist bisher nur grob bekannt. Der folgenden Zusammenstellung geeigneter Biotop-Typen für den Verbund mit Sandrasen (der bis auf weiteres ein provisorischer Charakter anhaften muß) liegen folgenden Kriterien zugrunde:

- **Floristische und faunistische Ähnlichkeit**, also Vorkommen derselben Tier- und Pflanzenarten. Es versteht sich von selbst, daß sich für eine Tierart, die in zwei verschiedenen Biotop-Typen vorkommt, bei einem räumlichen Nebeneinander keine (oder zumindest keine unveränderbaren) Barriere-Wirkungen ergeben.
- **Standörtliche Ähnlichkeit**. Hierunter fallen keineswegs nur Flächenbiotope, deren Standortspektrum mit dem von Sandrasen weitgehend deckungsgleich ist. Die standörtliche Ähnlichkeit eines Biotop-Typs lediglich mit einem Segment des Sandrasen-Lebensraumes dürfte vielfach schon zumindest zur Vernetzung der Populationen der Sandrasen-Organismen ausreichen, die in diesem Segment ihren Vorkommensschwerpunkt innehaben.
- **Vorkommen auf potentiellen Sandrasen-Standorten**. Biotop-Typen, die auf potentiellen Sandrasen-Standorten vorkommen, weisen von vornherein einen Standortcharakter auf, der denen von Sandrasen nahekommt. Eine Entwicklung zu Sandrasen und sandrasen-ähnlichen Vegetationsbeständen ist zumindest grundsätzlich möglich (vgl. Kap. 2.5, S.137).

* Der Begriff "Doppel-Biotop-Bewohner" wird in diesem Band im Sinne von HEYDEMANN (1988: 4) verwendet, der dazu ausführt: "Für bestimmte Tierarten müssen Bestände von zwei oder mehr verschiedenen Biotop-Typen in räumlicher Nähe zueinander vorhanden sein oder wieder entwickelt werden. Es handelt sich dabei um Tierarten mit Doppelbiotop-Ansprüchen, die schon aus dem Grunde dieses Spezialanspruchs an die Beschaffenheit eines Landschaftsraumes in der Regel besonders gefährdet sind." Nicht gemeint sind Arten, die in mehreren unterschiedlichen Biotop-Typen vorkommen, ohne auf einen Komplex-Zusammenhang der verschiedenen Biotope angewiesen zu sein.

- Einen Hinweis auf die Eignung zum Verbund mit Sandrasen liefern schließlich **traditionelle Landschaftsbilder** und **traditionelle Landschaftsstrukturen**. Vieles spricht dafür, daß Lebensraum-Typen, die in bestimmten Regionen über sehr lange Zeiträume mit Sandrasen räumlich verbunden waren, auch über die Beziehungen von Tier- und Pflanzenarten eng miteinander verwoben sind.

Nachfolgend werden zunächst für den Biotop-Verbund mit Sandrasen geeignete Flächen-Biotope (Kap. 2.6.2.1), anschließend geeignete Linien-Biotope (Kap. 2.6.2.2, S.156) behandelt. Eine Zusammenstellung über für den Verbund mit Sandrasen ungeeignete Biotope sowie über Biotope mit ausgesprochener Barriere-Wirkung gegenüber Sandrasen bildet das dritte Unterkapitel zu Kap. 2.6.2, S.154.

2.6.2.1 Für den Biotop-Verbund mit Sandrasen geeignete Flächen-Biotope

Flächig entwickelte Biotope können die Vernetzung von Sandrasen sehr unterstützen, wenn sie ihrerseits den Sandrasen-Arten Ansiedlungsmöglichkeiten bieten und dies möglichst durchgängig und auf relativ großer Fläche geschieht. Vielfach läßt sich beobachten, daß Flächenbiotope vorwiegend in den Randzonen günstige Lebensbedingungen bieten (sei es als Dauerlebensraum, als Trittstein, als Wanderkorridor). Im Bestandesinnern oder in Bereichen mit von Sandrasen stark abweichendem Standortcharakter (sehr nasse Stellen) kann dagegen eine erhebliche Barrierewirkung für die Ausbreitung von Sandrasen-Arten vorliegen.

Flächige, zur Vernetzung von Sandrasen geeignete Biotope lassen sich zumeist ebensowenig "aus dem Boden stampfen" wie Sandrasen selbst und sind oft ebenso wie diese pflegeabhängig. In der nachfolgenden Zusammenstellung nicht berücksichtigte Biotope können für den Verbund auf lange Sicht (ebenso) wertvoll sein, sofern sie auf potentiellen Sandrasen-Standorten (vgl. Kap. 2.5.1.1, S.138) angesiedelt sind. Die Renaturierung auf einen Sandrasen oder einen sandrasen-ähnlichen Bestand hin (z.B. Abräumung eines Kiefern-Forstes) kann auf mittlere Sicht die Vernetzungsfunktion einer solchen Fläche ganz entscheidend verbessern.

1) Lichte Flechten-, Gabelzahnmoos- und Wintergrün-Kiefernwälder auf Sandböden

Ideale Verbund-Partner für Sandrasen im engeren Sinn stellen lichte Sand-Kiefernwälder dar. Durch ihre halboffene Struktur weisen Flora und Fauna einen hohen Grad an Übereinstimmung mit benachbarten Sandrasen auf, zahlreiche Sandrasen-Arten können derartige Kiefernwälder zumindest in Lichtungen als Aufenthaltsort mitnutzen. Die Ähnlichkeit mit Sandrasen ist um so größer, je stärker diese Wälder weidegeprägt sind und diese Nutzung noch ausgeübt wird. Dasselbe gilt für lichte Kiefernwälder, in denen die Streunutzung wieder aufgenommen wird. Die Entfernung der Nadelstreuaufgaben

nähert die Kiefernwälder den Sandrasen standortökologisch an.

2) Trockene Eichenwälder

Nur noch lokal (z.B. Romberg bei Lohr, Truppenübungsplatz Tennenlohe) können als Verbund-Partner für Sandrasen auch lichte, trockene Eichenwälder in Frage kommen. Besonders günstige Vernetzungen ergeben sich vor allem zwischen Sandrasen und mittelwaldartig bewirtschafteten Eichen-Trockenwäldern, die von *Peucedanum oreoselinum*-Säumen und Saum-Fragmenten durchzogen sind, die ihrerseits weit in die angrenzenden Sandrasen hineinreichen können. Die Saumvegetation nicht nur als linienförmig, sondern als netzförmig verteiltes "Brückenelement" zwischen offenen Sandrasen und bewaldeten Flächen demonstriert bereits physiognomisch einen sehr hohen Vernetzungsgrad.

3) Streuobst-Bestände

Einen ähnlich idealen Verbund-Partner wie lichte Trockenwälder können für Sandrasen i.e.S. offene Streuobst-Bestände auf Sand-Standorten darstellen, die noch einen entfernt sandrasen-artigen Unterwuchs aufweisen (z.B. mit *Armeria elongata*) (vgl. Kap. 1.4 und 1.5 im LPK-Band II.5 "Streuobst"). Reich an Sandrasen-Arten sind vor allem Streuobst-Bestände mit ehemaliger ackerbaulicher Unternutzung. Als Verbundpartner für Sandrasen auf flachen Flugsand-Überdeckungen der unteren Regnitz- und Maintalterrassen kommen Streuobst-Bestände für Sandrasen vor allem im Raum Pettstadt, Hirschau-Bamberg, Volkach (Astheim, Fahr), Miltenberg-Aschaffenburg in Frage (vgl. LKP-Band II.5 "Streuobst").

4) Zwergstrauchheiden

Zu den offenen Flächenbiotopen, die mit Sandrasen eine große Verwandtschaft zeigen, gehören zweifellos die Zwergstrauchheiden mit *Calluna vulgaris* und *Vaccinium*-Arten, die insbesondere über sauren, basenarmen Sanden den Kontakt-Lebensraum mit Sandrasen bilden. An offenen, aufgerissenen Stellen innerhalb der Zwergstrauchheiden können inselartig kleinflächig Sandrasen-Fragmente vorkommen. Insbesondere unter den Wildbienen besiedeln mehrere Arten (z.B. *Andrena fuscipes*, vgl. WESTRICH 1989: 44) Komplexlebensräume aus Sandrasen mit offenen Bodenstellen (Bruthabitat) und Zwergstrauchheiden (Nahrungshabitat). Zwischen den reifen Sandgrasnelken-Schwengelrasen der bodensauren *Dianthus deltoides*-Variante und den Zwergstrauchheiden bestehen zudem erhebliche floristische Ähnlichkeiten (z.B. *Jasione montana*, *Dianthus deltoides*, *Hieracium pilosella*, *Pimpinella saxifraga* usw.).

5) Kalk-Pfeifengraswiesen, Kalkflachmoore

Im Abensberger Dünenbereich existierten früher nach Angaben von MERGENTHALER (1989, mdl.) direkte Kontakte der Sandrasen mit Stromtal-Pfeifengraswiesen und Kalkniedermooren (mit *Orchis palustris*!), die heute restlos zerstört und nicht wieder herstellbar sind. Als Verbund-Partner

kommen Kalkflachmoore und Kalk-Pfeifengraswiesen heute für Sandrasen nicht mehr in Frage*.

6) Nährstoffarme Übergangsmoore

In der Oberpfalz kommen in enger räumlicher Benachbarung zu Sandrasen und lichten Sandkiefernwäldern Vermoorungen mit Birken- und Kiefernbrüchen, offener Übergangsmoor-Vegetation (RHYNCHOSPORION ALBAE, SPHAGNION MAGELLANICI) vor, die ideale Komplexlebensräume für Tierarten wie die Kreuzotter bieten können. Das Brückenglied zwischen den Mooren und den Sandrasen bilden zumeist Zwergstrauchheiden.

7) Feuchtwiesen

Die Ähnlichkeit zwischen Sandrasen und Feuchtwiesen (vgl. LPK-Band II.6 "Feuchtwiesen") ist gering, da neben den Unterschieden im Wasserhaushalt auch Unterschiede in der Trophie hinzutreten (dichtere, höherwüchsige Vegetation). Zwischen Sandrasen und Feuchtwiesen gibt es kaum floristische Überlappungen. Nichtsdestoweniger ist für Biotop-Komplexbewohner und Doppel-Biotop-Bewohner wie einigen Wildbienen-Arten (vgl. WESTRICH 1989: 74 f.) ein enges räumliches Beziehungsgefüge zwischen Sandrasen und blütenreichen Wiesen wie zum Beispiel Wiesensilgen-Wiesenknopf-Wiesen (SANGUISORBO-SILAIETUM) lebenswichtig.

Als Verbund-Partner für Sandrasen kommen Feuchtwiesen in Bayern vor allem entlang des Mains in Frage.

8) Auen

Sehr wertvolle Verbund-Biotope für Sandrasen-Lebensräume stellen benachbarte Auen dar. Die flußbegeleitenden Sandrasen zeichnen sich durch einige Insektenarten aus, die trockene Offensandbiotop als Niststätten nutzen und in den Auen ihre Nahrungspflanzen finden. Die Wildbienenart *Colletes cunicularius* nutzt die Sandgebiete als Brutlebensraum, als Pollenquelle dienen ihr ausschließlich Weiden-Arten (vgl. Kap. 1.5.2.3.3).

9) Sandgruben/Sand-Aufschüttungen

Ein sehr wichtiger und leistungsfähiger Baustein in Verbund-Systemen mit Sandrasen können Sandgruben darstellen. Auf trockenen Lockersand-Standorten in Sandgruben entwickeln sich bei günstiger Kontaktlage zu Sandrasen-Lebensräumen mitunter recht schnell Pionier-Sandrasen (vgl. Kap. 2.5.1.6., S.146). Insbesondere Insektenarten, die wie die Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulescens*) oder der Feld-Sandlaufkäfer (*Cicindela campestris*) auf vegetationsarme Rohboden-Standorte in Sandrasen-Biotopen angewiesen sind, eröffnet sich bei einem räumlichen Verbund mit trockenen Sandgruben eine Erweiterung ihres Lebensraumes. Sandgruben kommen als Verbund-Partner naturgemäß

für Sandrasen in Frage, die auf abbaufähigen Sandlagerstätten entwickelt sind.

10) Brachliegende Sandäcker

Brachgelegte Äcker gewinnen als Verbund-Biotope für Sandrasen rasch einen hohen Wert, zumal wenn sie zuvor nur schwach aufgedüngt wurden. Xerothermophile Rohbodenbewohner der Sandrasen-Fauna können vom Brachfallen angrenzender Äcker unmittelbar profitieren. Die blanken Sandstandorte der Ackerbrachen werden von den Pionierarten der Sandrasen rasch angenommen.

Innerhalb von 30-50 Jahren können sich auf ihnen sandrasen-artige Vegetationsbestände entwickeln, wenn sie an Sandrasen unmittelbar angrenzen (vgl. Kap. 2.5.1.3, S.144, u. 2.5.2, S. 146). Brachliegende Äcker lassen sich zudem ohne Schwierigkeiten durch eine Schafherde mitbeweiden sowie für die Nachtpferch nutzen.

In Gebieten, in denen die Feldgras-Weide-Wechselwirtschaft ausgeübt wurde (vgl. Kap. 1.6.2.3, S. 73), gehörte das Nebeneinander von Sandrasen (meist Schafweiden), brachgefallenen Äckern mit einer mehr oder weniger sandrasen-artigen Vegetation und bewirtschafteten Äckern zum traditionellen Landschaftsbild.

11) Extensiv genutztes Wirtschaftsgrünland

Halbfettes Wirtschaftsgrünland auf potentiellen Sandrasen-Standorten kann zunehmend Vernetzungsfunktionen zwischen Sandrasen wahrnehmen, wenn es sukzessive ausgehagert wird und allmählich auf größere Magerrasen-Ähnlichkeit hin renaturiert wird (vgl. Kap. 2.5.1.2, S.138 u. 2.5.2, S. 146).

2.6.2.2 Für den Biotop-Verbund mit Sandrasen geeignete Linearbiotop

Linear entwickelte Biotop genießen gegenüber den Flächenbiotop den Vorzug, daß sie sich ohne großen unmittelbaren Raumbedarf als Verbundbausteine zwischen zwei Sandrasen "einsetzen" lassen. Die Vernetzungsfunktion wird jedoch sofort beeinträchtigt oder gar nahezu unmöglich gemacht, wenn ein derartiger Linear-Biotop seinerseits nicht vor Nährstoffeinträgen abgepuffert wird. Von nur wenige Meter breiten Linear-Biotop, die unmittelbar an intensiv genutzte, stark gedüngte Agrarflächen angrenzen, kann man nicht erwarten, daß sie einen nennenswerten Beitrag zur Vernetzung von Sandrasen leisten können.

Potentiell besonders wirkungsvoll sind Linear-Biotop, auf denen sandrasen-artige Vegetationsbestände entwickelt oder beigemischt sind. Ähnliches gilt für Linear-Biotop, denen schmale Magerrasenbänder oder Trockensaum-Streifen vorgelagert sind.

* Die Kontakte zwischen Kalkquellmoor-Vegetation und Kalksandheiden innerhalb des NSG Windsberg sind nicht Gegenstand dieses Bandes, da die Kalksandheiden des Tertiärhügellandes im LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen" behandelt werden.

1) Waldränder von Kiefernforsten

Eine Schlüsselrolle beim Sandrasen-Verbund können als Korridor-Biotope die Waldränder wahrnehmen, die als ausgesprochene Grenzlinien-Biotope einen bevorzugten Aufenthalts- und Fortbewegungsraum von zahlreichen Tierarten darstellen. Besonders wertvoll sind naturnah strukturierte und aufgelichtete Waldränder, die - wenn auch in etwas verarmter und gestauchter Form - über die Strukturelemente verfügen, die naturnahe Waldrandseiten von Sandrasen aufweisen wie Sandrasen-Streifen oder wenigstens Magerrasen-Zwickel, Sandanrisse mit vegetationslosen Flecken und schmale Saumbänder.

Randzonen von Forstbeständen (insb. Kiefer) können für den Sandrasen-Verbund wertvoll sein, wenn ihnen magere oder wenigstens nur halbfette Grünlandstreifen (auf potentiellen Magerrasen-Standorten) vorgelagert sind.

2) Wald-Schneisen

Verbinden durch Kiefern-Forsten verlaufende Waldschneisen zwei Sandrasen, so kann die Barrierewirkung der Forsten stark abgemildert werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Schneise auf einem potentiellen Sandrasen-Standort verläuft und selbst

sandrasen-artige Vegetationsbestände aufweist. Der Lichtgenuß einer Schneise (wichtig für lichtbedürftige Offenland-Arten) hängt ab von:

- Schneisenbreite;
- Baumhöhe;
- räumlicher Ausrichtung.

Ost-West-Schneisen bekommen bei gleicher Breite und gleicher Baumhöhe weniger Licht ab als Nord-Süd-Schneisen. WARREN & FULLER (1990: 20) haben diese Zusammenhänge in Graphiken zusammengestellt, die in *Abb. 2/10* wiedergegeben sind. Die Mindestbreite für eine Schneise, die eine ausreichende Belichtung für die Entwicklung linear-bandförmiger Sandrasen und Offensandstellen aufweisen soll, wird von diesen Autoren auf 30 bis 50 Meter veranschlagt. Wald-Schneisen können - sofern noch nicht vorhanden - in dichten Kiefern-Forsten mit Barriere-Wirkung angelegt werden, um zwei Sandrasen indirekt miteinander zu verbinden.

3) Stromleitungstrassen

Die Möglichkeit, Sandrasen-Reste wieder miteinander zu verbinden, bietet sich vielfach über Stromleitungstrassen, die durch Sand-Kiefernwälder führen. Stromleitungstrassen verfügen über die notwendige

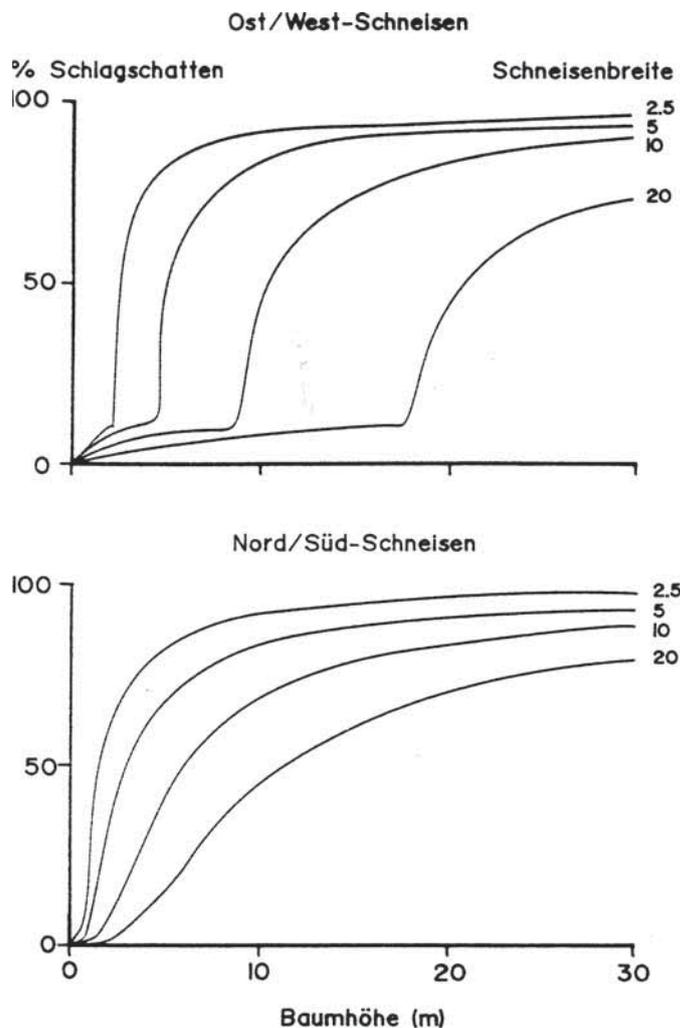


Abbildung 2/10

Beziehungen zwischen dem Grad der Beschattung und der Baumhöhe in Waldschneisen in Abhängigkeit von der Schneisenweite und der Himmelsrichtung, berechnet für den 52. Breitengrad (nach WARREN & FULLER 1990: 20).

Schneisenbreite von mindestens 30 Meter um die Schneisenfläche ausreichend zu belichten. Einige Stromleitungstrassen, die seinerzeit durch Kiefernforsten im Reichswald angelegt wurden, bergen durchgehend an mehreren Stellen das Vorkommen von Kleintierarten der Sandrasen-Ökosysteme sowie Silbergras-Bestände, so daß zumindest ein Mindestmaß an Vernetzungswirkung als belegt gelten kann.

4) Terrassen-Böschungen

Terrassen-Böschungen sind Linear-Biotope, die den Acker-Ranken strukturell sehr gleichen (vgl. auch LPK-Band II.11 "Agrotrope"). Ähnlich wie Ranken beziehen Böschungen starke Immissionen von Schadstoffen, wenn intensiv genutztes Agrarland unmittelbar angrenzt. Die Pufferungs-Notwendigkeit ist bei Terrassen-Böschungen ebenso gegeben wie bei Acker-Ranken. Die Pufferung von Terrassenböschungen kann sogar noch größere Nutzefekte erzielen, da sie zumeist breiter und höher sind als die Acker-Ranken und deshalb die Korridor-Funktion wirksamer wahrnehmen können. Wertsteigernd wirken vegetationsarme Böschungsanrisse, da sie für Hautflügler der Sandrasen (wie verschiedenen Wildbienenarten) bei Sonnenexposition hervorragende Voraussetzungen zur Anlage ihrer Bodennester bieten.

Terrassen-Böschungen können als Korridor-Biotope einen sehr wertvollen Beitrag zum Verbund der Terrassensandrasen leisten.

5) Ungeteerte Wirtschaftswege und Wegböschungen

Für den Verbund von Sandrasen bieten sich unter den Linearbiotopen sandige Wirtschaftswege an, die noch von schmalen Rasensäumen begleitet werden und über trittstein-artige Sandrasen in Wegböschungen verfügen. Entlang solcher Wege sind oft zahlreiche Vertreter der Sandrasen-Grundartengarnitur sowohl hinsichtlich der Flora (*Corynephorus*-Bestände) als auch der Fauna (z.B. *Cicindela*-Arten) anzutreffen. In Forsten hängt die Vernetzungswirkung der Wirtschaftswege vom Belichtungsgrad ab. Je stärker die Wirtschaftswege dort beschattet sind, desto geringere Beiträge zum Verbund der Sandrasen sind von ihnen zu erwarten.

6) Randzonen und Böschungen von Eisenbahnrassen, Autobahnen und Fernstraßen

Autobahn- und Straßenrandzonen können von langgezogenen Sandrasen-Bändern begleitet werden. Am eindrucksvollsten ist dies an der BAB Berlin-München südwestlich von Berlin in Brandenburg der Fall, wo dies auf fast 20 Kilometer Länge geschieht und in diesen Begleitrasen die Sandgrasnelke zu Tausenden gedeiht. In Bayern gibt es Sandrasenstreifen entlang der BAB Aschaffenburg-Hanau, Amberg-Nürnberg, Nürnberg-Erlangen und Erlangen-Bamberg.

7) Triftwege

Ein Korridor-Biotop von zentraler Bedeutung stellt für beweidete Sandrasen der Triftweg dar. Über den Triftweg werden mutmaßlich erhebliche Diasporenmengen von einem Sandrasen zu den benachbarten

Rasen transportiert. Der Transport der Diasporen kann durch Anhaften an der Schafwolle oder an den Schafklauen erfolgen; er geschieht auch, indem das Schaf auf einem Sandrasen weidet, über den Triftweg zum Nachbarrasen getrieben wird und dort kotet. Zudem können die Triftwege als verbindende Strukturen partiell ebenfalls magerrasen-artigen Bewuchs aufweisen, so daß der Organismen-Austausch sich nicht ausschließlich auf das "Transportmedium" Schaf beschränken muß.

Für an Tierkot gebundene Tierarten sind Triftwege ideale Verbundstrukturen. Durch den intensiven Tritt bleibt die Vegetation niedrigwüchsig oder fehlt völlig; entsprechend findet man auf den Triftwegen oft ein Rohboden-Mikroklima vor. Auf unbewachsenen Triftwegen konzentrieren sich nicht selten die Bewohner vegetationsarmer Standorte wie die Blauflügelige Ödlandschrecke und die Rostbinde (*Hipparchia semele*).

Über die Vernetzungswirkung hinaus besteht die Korridor-Funktion der Triftwege darin, daß sie die Durchführung der Beweidung (vgl. Kap. 3.4, 165) entscheidend zu erleichtern hilft. Triftwege müssen als unverzichtbare und unersetzliche Korridore zwischen sämtlichen Sandrasen gelten, die durch Schafe beweidet werden.

8) Hecken

Hecken sind als Verbund-Biotope zwischen Sandrasen mutmaßlich ungeeignet. Zudem sind sie in den "Sandrasen-Provinzen" niemals Bestandteil des traditionellen Landschaftsgefüges in der Umgebung der Sandrasen-Lebensräume gewesen.

9) Raine

Raine haben infolge des hohen Düngereinsatzes in der Landwirtschaft ihre Bedeutung als "magerrasen-artige" Bänder stark eingebüßt (vgl. auch LPK-Band II.11 "Agrotrope"). Eingezwängt zwischen intensiv genutzten Agrarflächen werden sie von den Düngungen stark miterfaßt. Wenige Meter breite Acker-raine mit Silbergrasfluren, wie sie noch in Sandackerrainen in den 50er Jahren nicht selten vorkamen (RINGLER 1991, mdl.), gehören heute in Bayern der Vergangenheit an.

Gegenwärtig herrschen auf den potentiell geeigneten Rainen eutrophierte und ruderalisierte Grasbestände mit *Elymus* (= *Agropyron*) *repens* vor, denen gelegentlich noch Sandruderalarten wie *Trifolium arvense*, *Berteroa incana* oder *Artemisia campestris* beigemischt sind. Eine Verbesserung der Vernetzungsfunktion der Raine ist ohne eine wirksame Abpufferung (10 bis 20 Meter breite Abstandsstreifen) und ohne Aushagerungsschnitte zur Renaturierung nicht möglich.

10) Gräben

Für den Verbund von Sandrasen eignen sich die Gräben wohl nur sehr begrenzt. Ausgesprochene Sandrasen-Pflanzenarten können Grabenränder und Grabenböschungen nur besiedeln, wenn ein sandiges Substrat ansteht. Besser nutzbar sind Grabenstrukturen für vagile Tierarten, die sich entlang eines Grabens von einem Sandrasen zum anderen bewegen können. Ebenso sind die Gräben mutmaßlich für

einige Doppel-Biotop-Bewohner nutzbar, die zusätzlich zu Sandrasen auch Feuchtbiopte benötigen.

11) Bachläufe

Für Bachläufe gilt hinsichtlich der Verbundwirkung von Sandrasen dasselbe wie für Gräben (vgl. LPK-Band II.19 "Bäche und Bachufer").

2.6.2.3 Für den Biotop-Verbund mit Sandrasen ungeeignete Biotope; Biotope mit ausgesprochener Barrierewirkung

Für die Vernetzung von Sandrasen-Organismen sind grundsätzlich Biotop-Typen um so ungeeigneter, je stärker sie in ihrem Standortcharakter (Kleinklima, Lichthaushalt, Wasserhaushalt, Nährstoffhaushalt, Bodenchemie und Bodenphysik) von Sandrasen abweichen. Werden sie für Sandrasen-Arten praktisch undurchdringbar, so üben sie starke Barrierewirkungen zwischen Sandrasen aus.

Besonders problematisch sind Barriere-Biotope, die auf potentiellen Sandrasen-Standorten angesiedelt sind bzw. eine potentielle Magerrasen-Zone durchschneiden. Hierzu gehören insbesondere:

- **Straßen:** Geteerter Straßen kommt eine sehr starke Zerschneidungswirkung zu. Dieses Phänomen kann heute als belegt und allgemein bekannt gelten. Die Verinselungs-Wirkung geteeter Straßentrassen auf verschiedene Vertreter der Arthropoden-Fauna ist u.a. von MADER in mehreren Publikationen (z.B. 1979 u. 1980) ausführlich dargestellt worden. Starke Zerschneidungseffekte erzeugen bereits einspurige Teerstraßen (vgl. JEDICKE 1990: 34 ff.).
- **Enggepflanzte Kiefernforste:** Dichtstehende Kiefern-Forste erzeugen Barrieren, die den Artenaustausch zwischen Sandrasen-Lebensräumen stark erschweren, wenn nicht völlig unterbinden. Die Unterschiede in der Standortfaktoren-Kombination von dichten Kiefern-Forsten und Sandrasen machen diesen Sachverhalt deutlich: die Kombination "frischer, hoher Baumbestand, keine Besonnung auf dem Boden" im dichten Kiefern-Forst ist grundverschieden von "niedriger, heller, trockener (Silber)Grasbestand mit großer Sonnenbestrahlung bis zum hellen Sandboden", wie sie für Sandrasen und offene Sandfluren bezeichnend ist. Dichte und weitreichende Kiefernforste können sogar für vagile Tierarten wie gut flugfähige Insekten oder sogar Vögel eine unüberwindbare Barriere darstellen (vgl. HEYDEMANN 1988: 13).
- **Intensiv genutztes Wirtschaftsgrünland:** Hochgras-dominiertes Wirtschaftsgrünland mit sehr hoher Phytomasse-Produktion unterscheidet sich durch seine strukturellen und mikroklimatischen Eigenschaften (z.B. Bodenoberfläche mit einem wesentlich ausgeglicheneren Temperaturverlauf, stärker beschattet und feuchter) grundlegend von Magerrasen aller Art, so daß sich sehr starke Barrierewirkungen für nicht oder schlecht flugfähige Kleintierarten ergeben. Die Barrierewirkung ist naturgemäß während des

Hochstandes des Wirtschaftsgrünlandes besonders groß.

- **Intensiv genutzte Äcker:** Äcker mit dicht stehendem Getreide wirken sich mutmaßlich ähnlich isolierend aus wie hochstehendes Wirtschaftsgrünland.

Befinden sich diese "**Haupt-Typen der Isolation**" (vgl. HEYDEMANN 1988: 15) auf potentiellen Sandrasen-Standorten zwischen vorhandenen Sandrasen-Resten und sandrasen-ähnlichen Biotopen, so stellen sie für den Biotop-Verbund ein Problem dar, dem mitunter nur mit entsprechend geeigneten Renaturierungsmaßnahmen (vgl. Kap. 2.5, S.137) bzw. Verlegung oder Entschärfung (betrifft die Straßen) beizukommen ist.

2.6.3 Die Abhängigkeit des Vernetzungsgrades der Biotope von der Verbund-Struktur

Die Vernetzungswirkung hängt nicht nur von der grundsätzlichen Ähnlichkeit zweier Biotop-Typen ab, sondern auch davon, wie "gut" sie an der "Nahtstelle" zusammenpassen. Je gleichartiger im Nahtstellenbereich die verbundenen Biotope beschaffen sind und je diffuser der Übergang ausfällt, mit um so geringeren Barrierewirkungen für migrierende Organismen ist zu rechnen. Grundsätzlich liefert ein Verbund, der als "**Limes divergens-Struktur**" ausgebildet ist, bessere Vernetzungs-Voraussetzungen als ein Verbund mit "**Limes convergens-Struktur**".

Die Limes divergens-Struktur stellt ein kleinteiliges, grenzlinien-reiches, schon physiognomisch netzartig verwobenes Gefüge dar. Die Limes convergens-Struktur dagegen bietet günstigenfalls einen scharfen Übergang an (man fühlt sich an die Insel/Meer-Grenze erinnert!), ungünstigenfalls verursacht sie sogar bei einem (annähernd) geschlossenen Waldmantel Barriere-Effekte.

Bei einer mosaikartigen Standort- und/oder Nutzungsverteilung kann die Mosaik-Struktur von einem bandartigen zu einem flächendeckenden, landschaftsprägenden Element aufsteigen. Dazu folgendes Beispiel: Als die Allmendeheiden auf den Terrassensanden des Rednitz-Regnitzbeckens noch im vormaligen Zustand existierten, bestand zwischen den Sandrasen, den vegetationsfreien Sandflächen, den durch Streunutzung und Weidedegradation stark aufgelichteten Kiefernwäldern ein ideales Verteilungsmuster. Unterschiedlich große Sandrasen-Partien wechselten mit verschiedenen großen Kiefernwald-Beständen ab. Die großen Sandrasen-Flächen enthielten kleine Kiefernhaie, umgekehrt waren die lichten, ehemals beweideten Kiefernwälder reichlich mit lichtungsartigen Kleinst-Sandrasen durchsetzt. Dasselbe Landschaftsbild zeigten bis in die 30er Jahre die Offenstettener Sande.

Typische Limes divergens-Muster mit diffuser, mosaikartiger Verzahnung entwickeln sich im allgemeinen nur beim räumlichen Zusammenstreuen von Flächenbiotopen. Welche strukturellen Übergänge zwischen Sandrasen und Linear-Biotopen können der Ausbildung von Vernetzungen förderlich sein? Grundsätzlich ist es **günstig, wenn ein Linear-Bio-**

top in die Sandrasen "eintaucht", die es verbindet. Beispiel: Ein unverbaubarer, sandiger Wirtschaftsweg, der zwei Sandrasen miteinander verknüpft, vernetzt die Sandrasen sicher wirkungsvoller, wenn er in beide Rasen hineinragt. Dies gilt vor allem, wenn dieser Weg von schmalen Sandrasenbändern begleitet wird.

Barriere-Wirkungen zwischen Sandrasen und Verbund-Biotopen resultieren häufig aus **verschiedenartigen Pflege- und Brachezuständen**. Zwischen einem stark beweideten Sandrasen und völlig verfilzten Altgrasbeständen auf Terrassenböschungen, die als Verbund-Biotope wirken sollen, bestehen zweifellos Migrationsbarrieren. Durch Mitbeweidung der Böschungen kann die Barrierewirkung beseitigt oder zumindest gemildert werden, die sich aus den verschiedenen Pflegezuständen ergibt.

Triftwege können wesentliche Beiträge zur "Inneren Vernetzung" von Sandrasen liefern, indem sie innerhalb der Sandrasen als die Kontaktachsen der vegetationsarmen und vegetationsfreien Binnenstrukturen wie stark beweidete Stellen, kleine ehemalige Abbaustellen, Dünen- und Böschungsrinne wirken.

Werden brachliegende Ackerflächen und zu extensivierende Grünlandflächen in ein Sandrasen-Verbund-System integriert, so ist die Wahrscheinlichkeit am größten, daß Vernetzungsfunktionen auch über diese Flächen wahrgenommen werden können, wenn für ähnliche (Übergangs-) Strukturen gesorgt wird. Die Mitbeweidung brachliegender Sandäcker durch Schafe beschleunigt die strukturelle Annäherung an beweidete Sandrasen-Flächen. Zu extensivierendes Grünland erhält einen kurzrasigen (und damit magerrasen-ähnlichen) Charakter, bei dem Licht bis zum Boden durchdringt, wenn möglichst häufig gemäht (am besten dreimal im Jahr) oder scharf beweidet wird.

2.6.4 Biotop-Verbundsysteme mit Sandrasen

Nachfolgend wird dargestellt, in welcher Form sich das Grundkonzept des Biotop-Verbundsystems mit seinen vier Bauelementen*

- **"Großflächiger Lebensraum"** (= möglichst als Dauerlebensraum geeignet);
- **"Kleinflächiger Lebensraum"** (= meist nur als Trittstein geeignet);
- **"Korridor-Biotope"** (zur direkten Verknüpfung der Flächenbiotope);
- **"Arrondierende Extensivierungsflächen"** (= zur Wahrnehmung von Abpufferungsfunktionen, durch Renaturierung allmähliche Integration in die Vernetzungen des Biotopverbundes)

auf Landschaftsräume übertragen läßt, in denen Sandrasen vorkommen und die Förderung der Sand-

rasen-Lebensgemeinschaft zugleich ein Hauptanliegen des Verbundsystems darstellt.

Als "aktive" Bestandteile eines Sandrasen-Biotopverbundsystems kommen alle diejenigen flächigen Lebensräume in Frage, die sich als Dauerlebensraum, Teillebensraum oder als Trittstein-Biotop von Sandrasen-Organismen eignen. Dazu gehören zunächst einmal die Sandrasen und Sandrasen-Fragmente selbst, die in einem Biotopverbundsystem mit der Zielrichtung, die Sandrasen-Lebensgemeinschaft zu erhalten, gewissermaßen den Grundstock bilden (Kap. 2.6.4.1, S.160).

Diese Sandrasen werden durch andersartige Biotoptypen ergänzt, die sich zumindest für einige Sandrasen-Organismen als Lebensraum eignen (Kap. 2.6.4.2, S.161). Bei einem Verbund mit Sandrasen vergrößern sie das Areal der Populationen dieser Organismen.

Die Korridor-Biotope verbessern den indirekten Verbund der räumlich voneinander getrennten Flächen-Biotope. Sie müssen sich als Lebensraum oder Teillebensraum von Sandrasen-Organismen eignen oder wenigstens die Migration dieser Organismen erleichtern, wenn sie in einem Sandrasen-Verbund-System eine sinnvolle Rolle wahrnehmen sollen (Kap. 2.6.4.3, S.161).

Die arrondierenden Extensivierungsflächen (Kap. 2.6.4.4, S.161) erfüllen zunächst schon ihre Aufgabe, wenn sie die Pufferfunktion sowohl der Flächen- wie der Korridor-Biotope wirksam wahrnehmen. Eine nennenswerte Miteinbeziehung in das eigentliche Vernetzungssystem ist vielfach nur nach langwierigen Renaturierungen möglich. Kapitel 2.6.4.5, S.162, gibt eine Empfehlung zur Raumorientierung von Sandrasen-Verbundsystemen.

2.6.4.1 Sandrasen und Sandrasen-Fragmente

Lassen sich Sandrasen in "großflächige Lebensräume", welche die Funktion des Dauerlebensraumes noch wahrnehmen können, und in "kleinflächige Lebensräume" unterteilen, die nur noch als "Trittsteine" anzusprechen sind ?

Nach dem radikalen Schrumpfungs- und Zersplitterungsprozeß der letzten Jahrzehnte (vgl. Kap. 2.6.1.1, S.151) ist heute bei nahezu allen Sandrasen-Lebensräumen in Bayern von der begründeten Annahme auszugehen, daß sie die Minimumareal-Ansprüche der Sandrasen-Lebensgemeinschaft nicht mehr erfüllen. Eine Klassifizierung dieser Sandrasen-Reste in Flächen, die sich noch als "Dauerlebensräume" eignen und solchen, denen man nur noch "Trittstein-Funktionen" zusprechen kann, ist beim Aufbau eines Sandrasen-Biotopverbundsystems wenig sinnvoll.

Es ist müßig, sämtliche Sandrasenreste Bayerns zu "Trittsteinen" zu erklären, mit Ausnahme der buchstäblich Handvoll "Großflächen-Relikte", wie den

* Eine ausführliche Beschreibung der Konzeption des "Biotop-Verbundsystems" befindet sich im Kap. 2.6.4.1 des LPK-Bandes II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen".

Truppenübungsplätzen Hainberg bei Fürth und Tenenlohe, Dünen bei Siegenburg und Offenstetten sowie Altdorf östlich von Nürnberg. Eine Unterteilung in eine höherwertige Kategorie A und eine nachrangige Kategorie B scheint sinnvoller anhand des feststellbaren Störungsgrades der Sandrasen vornehmbar zu sein:

- Der Kategorie A können in einem Biotop-Verbund-System die Sandrasenflächen zugeordnet werden, die im Zentrumsbereich nur geringe Störungen aufweisen.
- Der Kategorie B können in einem Verbundsystem die Sandrasenflächen zugeteilt werden, die bereits durchgängig erheblich gestört sind.

2.6.4.2 Flächenbiotop mit Eignung als Dauerlebensraum, als Teillebensraum oder als Trittstein von Sandrasen-Organismen

Nachfolgend werden die Flächen-Biotop zusammengestellt, die sich als Dauerlebensraum, Teillebensraum, Trittstein oder ganz allgemein als Aufenthaltsort für Sandrasen-Organismen eignen. In dieser Zusammenstellung sind auch einige Flächenbiotop-Typen aufgeführt, die zwar mit Sandrasen wenig Gemeinsamkeiten aufweisen, jedoch von "Doppel-Biotop-Bewohnern" (vgl. Kap. 2.6.1.2, S.153) mitgenutzt werden. Eine Einteilung dieser Flächenbiotop in eine höherwertige Kategorie A und in eine nachrangige Kategorie B kann zumeist analog wie bei den Sandrasen durchgeführt werden.

1) Für Sandrasen-Verbundsysteme aufgrund der "Ähnlichkeit" mit Sandrasen besonders geeignete Flächenbiotop

- lichte Flechten-Kiefernwälder, Gabelzahnmoos-Kiefernwälder, Geißklee-Kiefernwälder (im Großraum Regensburg) und Wintergrün-Kiefernwälder auf Sand;
- lichte, trockensaumreiche Eichen-Trockenwälder auf Sandstandorten;
- lichte, halboffene bis offene Streuobstwiesen auf Sandböden mit artenreicher Grünland- oder Sandackerbrachen-Vegetation;
- Zwergstrauchheiden. Insbesondere zwischen Sandrasen und Zwergstrauchheiden auf Sandböden bestehen enge floristische und faunistische Vernetzungen;
- nicht rekultivierte Sandgruben;
- brachliegende Sandäcker;
- Auenwiesen und Auenwälder mit +/- offenen, sandigen Aufschüttungen.

2) Sandrasen-unähnliche Biotoptypen, die jedoch für einige Doppel-Biotop-Bewohner das "zweite Standbein" darstellen

- Feuchtwiesen, nasse Hochstaudenfluren;
- Weiden-Auwälder und Eichen-Hartholz-Auen aller Art;
- Übergangs- und Schwingdeckenmoor-Komplexe (Oberpfalz!) aller Art.

2.6.4.3 Linear-Biotop mit Eignung zur Wahrung der Korridor-Funktion für Sandrasen-Organismen

Als Korridor-Biotop, welche die Vernetzung indirekt verbundener Flächenbiotop wesentlich verstärken oder sogar erst herstellen, eignen sich:

- **Waldränder von Kiefernforsten:** Vor allem bei Südexposition (Beschattung fällt weniger ins Gewicht!), diffuser Strukturierung und vorgelagerten, magerrasen-artigen Streifen als Korridor-Biotop wirksam;
- **Schneisen:** Als Transportbänder für Offenland-Arten eignen sich Schneisen in geschlossenen Kiefernforsten, die als Barrieren zwischen Sandrasen und sandrasen-ähnlichen Biotopen wirken, erst ab Mindestbereiten von 20-50 Meter (abhängig von der Himmelsrichtung, vgl. Kap. 2.6.2.2, S.156)
- **Stromleitungstrassen durch Sand-Kiefernwälder:** Stromleitungstrassen können bereits als lineare Flächenbiotop angesprochen werden. Je stärker die Leitungstrassen sandrasen-artig entwickelt werden, desto größer sind die Chancen, Vernetzungsfunktionen für Sandrasen-Organismen wahrnehmen zu können.
- **Raine und Terrassenböschungen:** Die Wirksamkeit der Verbundwirkung hängt stark vom Eutrophierungsgrad dieser Linear-Biotop ab. Je sandrasenähnlicher, desto bessere Migrationsvoraussetzungen sind für die Sandrasenorganismen gegeben.
- **Unverbaute Wirtschaftswege:** Wichtiger Korridor-Biotop, wenn entlang des Weges trittstrassen-artige Sandrasenböschungen oder Sandrasenreste vorkommen.
- **Fernstraßen, Eisenbahntrassen:** Fernstraßen oder Eisenbahnstrecken, die in Sandlagerstätten eingeschnitten sind, können an flankierenden Böschungen Standorte für Sandrasenorganismen parat halten.
- **Triftwege:** die Bedeutung besteht u.a. in der Diasporen-Übertragung zwischen benachbarten Weide-Sandrasen durch Schafe.

2.6.4.4 Umgebende Extensivierungs-Biotop

In einem Verbund-System, das oligotrophe Lebensgemeinschaften erhalten soll, müssen sämtliche Elemente, die Vernetzungsfunktionen wahrnehmen, vor Eutrophierung abgeschirmt sein.

Als arrondierende Extensivierungs-Biotop kommen Äcker, Wirtschaftsgrünland und Forsten in Frage. Befindet sich das Acker- und Wirtschaftsgrünland-Gelände, das zur Abpufferung herangezogen wird, auf potentiellen Sandrasen-Standorten (vgl. Kap. 2.5.1.1, S.138), so bietet sich die Möglichkeit der Renaturierung dieses Geländes auf einen sandrasenähnlicheren Zustand hin und somit die Chance, diese Flächen langfristig in das Vernetzungsgefüge der Sandrasenorganismen miteinzubeziehen. Puffergelände auf potentiellen Sandrasen-Standorten

kann auf lange Sicht selbst "aktiver" Bestandteil des Verbundsystems werden.

Umrahmen Forsten die "aktiven" Verbundflächen, so nehmen sie zwar von vornherein eine sehr gute Pufferfunktion (gegen Eutrophierung) wahr, wirken jedoch auch als massive Barrieren.

Befindet sich ein Forst zwischen zwei Flächen-Biotopen, die sich gut miteinander vernetzen würden, so kann durch Zurücksetzen des Forstrand (= Entstehung einer breiten Waldrandzone) und/oder durch Anlegen von Schneisen der indirekte Verbund hergestellt werden. Das "Durchlöchern" von Barrieren bietet sich vor allem in solchen Fällen an, wo diese potentielle Sandrasen-Verbundsysteme durch-

schneiden, die entlang der Sandlagerstätten räumlich gerichtet sind.

2.6.4.5 Raumorientierung von Biotopverbundsystemen mit Sandrasen

Biotopverbünde, deren Hauptfunktion die Stützung von Sandrasen-Populationen sein soll, erzielen ihre beste Wirkung, wenn sie sich an den Vorkommen der potentiellen Sandrasen-Standorte (vgl. [Kap. 2.5.1.1](#), S.138) und somit an den Sandlagerstätten im Gelände orientieren. So kann zum Beispiel eine flußbegleitende Flugsand-Ablagerung die räumliche Basis eines Sandrasen-Biotopverbundsystems bilden.

3 Situation und Problematik der Pflege und Entwicklung

(Bearbeitet von N. Meyer)

Für den Aufbau von Konzepten zur Pflege und Entwicklung von Sandrasen genügt es nicht, die methodisch-technischen Möglichkeiten und Alternativen auszuloten. Ebenso wichtig für die Planung sind die vorhandenen Rahmenbedingungen, unter denen die Umsetzung der Pflege und Entwicklung stattfinden soll. Kapitel 3 dieses Bandes befaßt sich mit den wichtigsten dieser Rahmenbedingungen.

Kapitel 3.1 beschreibt die derzeitige Pflegepraxis in Bayern.

Kapitel 3.2 (S.164) setzt sich mit dem Meinungsbild zur Pflege und Entwicklung von Sandrasen auseinander. Hierbei sind die Meinungen von beteiligten Behörden wie der Forstverwaltung wesentlich, aber auch solche von Besitzern, Freizeitnutzern und Wissenschaftlern.

Kapitel 3.3 (S.164) behandelt die räumlichen Defizite der Sandrasen. Dabei werden Bereiche ehemaliger Sandrasen-Vorkommen in aktueller Mangelsituation besprochen, in welchen die noch bestehenden Flächen zu klein sind, um noch durch klassische Pflege stabilisiert und erhalten werden zu können.

Kapitel 3.4 (S.165) behandelt Durchführungsprobleme bei der Pflege.

3.1 Derzeitige Pflegepraxis in Bayern

Der Wegfall traditioneller Bewirtschaftung bei den Sandrasen-Ökosystemen nach dem Krieg hatte zur Folge, daß die überwiegende Mehrzahl der Flächen Nutzungsumwidmungen zugunsten der Forst- und Landwirtschaft oder Baulandausweisungen zum Opfer fielen. Die verbleibenden Flächen blieben fast ausnahmslos brach liegen und somit ungepflegt. Sukzedierende Flächen im Kontakt zu Waldflächen wurden häufig in Bannwaldverordnungen einbezogen. Ein Einsetzen frühzeitiger Pflegebemühungen zum Erhalt der verschwindenden Bestände, wie es im Bereich der Kalkmagerrasen das besondere Verdienst der naturkundlichen Vereine und Naturschutzverbände darstellt, fand bei den Sandmagerrasen kaum statt. Auch der behördliche Naturschutz setzte sich andere Schwerpunkte, so daß der Niedergang dieses Lebensraumtyps sowohl beim privaten wie beim amtlichen Naturschutz unbeachtet blieb. Erst in den letzten Jahren wurde in der Naturschutzöffentlichkeit die Eigenständigkeit und Bedeutung der Sandrasen in größerem Umfang bekannt und entsprechende Flächen auch von staatlicher Seite in die Schutz- und Pflegebemühungen einbezogen.

Neuanlage

Ansätze zur Neuanlage von Sandrasen sind heute nicht mehr durch die traditionellen Nutzungstypen gegeben. Initialflächen in Form von Offensanden entstehen in den Landschaften mit Sandvorkommen

bei Abschiebungen im Rahmen von Baumaßnahmen aller Art sowie in Abbaubereichen. Die Folgenutzung ist aber angesichts der planerischen Rahmenbedingungen solcher Neuentstehungen nur in Ausnahmefällen im Sinne des Naturschutzes steuerbar. Die entsprechende Problematik wird im **Kap. 3.4** (S.165) genauer erörtert.

Pflege

Die vorherrschenden Pflegemaßnahmen in der Praxis sind sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten geprägt, die sich stark an den Durchführungsproblemen orientieren, die in **Kap. 3.4** (S.165) knapp umrissen sind. Die nachfolgende Aufstellung fußt auf der Befragung mehrerer höherer und unterer Naturschutzbehörden sowie Landschaftspflegeverbänden.

Vorherrschend bei der Sandrasenpflege sind mangels Möglichkeit der Organisation stabilisierender Nutzungen Primärmaßnahmen im Sinne von Entbuschungen verbrachter Rasen, alter Hutungen oder Abgrabungsbereiche, Aufreißen geschlossener Rasen oder Abschieben humifizierter Oberbodenschichten mit nachfolgender kontrollierter Brache, so daß die Wiederbeweidbarkeit gegeben ist und gelegentliche Beweidung stattfinden kann. Im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zu Bauprojekten sind Versuche mit Verpflanzungen von Sandrasen sowie Impfung von Abgrabungen mit Oberboden von hochwertigen überbauten Bereichen erfolgt, wobei die Bilanz noch abzuwarten ist. Auf Schutzgebietsflächen finden neben Entholzungsmaßnahmen auch zweckgerichtete Management-Maßnahmen wie Teilflächenmahd, Auffüllung gestörter Bereiche mit Sand, Abtrag von Oberbodenschichten mit Staudenfilzen, Umbruch, Eggen und Anlegen kleiner Abgrabungsflächen statt. Förderung von Sandwald-Arten durch Streubeseitigung, Einzelstammentnahme, Aufreißen von Schmielenbeständen, Abschieben von Himbeerfilzen konnte im Abensberger Dünengebiet erprobt werden (SCHEUERER et al. 1991).

Die Organisation von Beweidung ist bei Fehlen von Wanderschäfferei auch auf den Schutzgebietsflächen oft nicht möglich. Bestimmte Bereiche wie die Landkreise Aschaffenburg und Miltenberg haben aber positive Erfahrungen gemacht. Die in der Oberpfalz praktizierte Beweidung isolierter Flächen durch einen Hobbyzüchter mit einer kleinen Herde von 50-70 Heidschnucken, die an Ort und Stelle gefahren werden können (HERRE 1992 mdl.), ist vielleicht auch anderswo möglich. In ähnlicher Weise lokalen Charakter weist die extensive Rinderhaltung in Kleinwallstadt auf.

Programme zu Pflege und Entwicklung

Die Bayerische Staatsregierung stellt auch weiterhin zur Pflege und Entwicklung von Sandrasen umfang-

reiche finanzielle Mittel bereit. Inhalte und Modalitäten der Förderpraxis werden im LPK als Grundlagenwerk nicht dargestellt. Dies ist im einzelnen den Richtlinien und den Ausführungsbestimmungen zu den Förderprogrammen der Naturschutz- und Landwirtschaftsverwaltung vorbehalten.

Die Durchführung der Pflegemaßnahmen erfolgt von Fall zu Fall unterschiedlich.

Die Rentabilität traditioneller Pflege von Sandrasen, in den meisten Flächen also durch Beweidung, ist weithin nicht mehr gegeben. Die Ursachen liegen neben der allgemein schlechten Ertragslage in der Schafzucht in den spezifischen Durchführungsproblemen (Kap. 3.4, S.165).

3.2 Meinungsbild

Sandrasen sind Zeugnis einer fast verschwundenen Form der Landnutzung. Ihrem hohen Rang in der Einschätzung durch die Wissenschaft, bedingt durch ihre Eigenständigkeit in vielerlei Hinsicht, steht eine gewisse Distanz des ehrenamtlichen und behördlichen Naturschutzes und die Gleichgültigkeit der Mehrheit der Bevölkerung gegenüber.

3.2.1 Bevölkerung

Die Bevölkerung findet weder über Nützlichkeitsbewertungen noch durch ästhetisch orientiertes Naturerleben besonderen Bezug zu den Sandrasen. Ihre Einstellung ihnen gegenüber ist daher weitgehend von Nichtbeachtung, das Verhalten entsprechend von Benutzung als Ablagerungsplatz, Hundetoilette oder Motocross-Gelände geprägt. Zerstörung von Sandrasen durch Baumaßnahmen erregt allenfalls wegen Beschädigung vorhandenen Baumbestandes den Unmut von Anwohnern. Der Begriff "Biotop" ist offensichtlich fest an wimmelnde Tümpel, allenfalls noch an bunte Magerwiesenbestände gebunden, nicht aber an nahezu vegetationslose Offenflächen.

3.2.2 Besitzer und Nutzer

Die nach Wegfall der traditionellen Nutzungen erfolgten, weitgehenden Umwidmungen oder Auflösungen zeigen das geringe Interesse der Besitzer am Erhalt von Sandrasen. "Ordnungshalber" weitergeführte Nutzung aus ästhetischen Gründen, wie bei anderen Grünlandtypen gelegentlich zu beobachten, fehlt. Schäfer sind naturgemäß weniger am Weiterbestand der Sandrasen als an ihrem Auskommen interessiert.

3.2.3 Forstverwaltung

Von seiten der Forstverwaltung werden die Anliegen des Naturschutzes hinsichtlich Erhalt und Pflege von Magerrasen als Ergebnis historischer Nutzung grundsätzlich akzeptiert. Allerdings wird deren Stabilisierung durch Pflege, die die Sukzession hintanhält, doch mehrheitlich als naturwidrig empfunden. Das dieser Einschätzung zugrundeliegende forstliche Naturverständnis, das sich aus den zyklischen Abläufen in naturnahen Waldbeständen herleitet, ist

im Wald an sich zweifellos auch die Position des Naturschutzes.

3.2.4 Wissenschaftler

Wissenschaftler haben die Sandrasen-Ökosysteme stets hochgeschätzt. Seit der Frühzeit der Pflanzenökologie in den 20-er Jahren übten die Sandrasen eine große Anziehungskraft auf die Ökophysiologen und die Standortkundler aus. So habilitierte sich der Altmeister der experimentellen Geobotanik in Deutschland, HEINRICH WALTER, u.a. über den Wasserhaushalt der Dünenpflanzen in der Schwetzingen Hardt. Kurz danach verfaßte VOLK (1931) die klassische Studie zur Sandrasenvegetation dieses Gebietes.

Gerade die Wissenschaftler engagierten sich schon frühzeitig für den Schutz der Sandrasen, wie die jahrzehntelangen, wenn auch letztlich nahezu fruchtlosen Veröffentlichungen und Schutzbestrebungen bezüglich der Alzenauer Sande (ADELER 1942) oder des Börstig bei Bamberg (z.B. GAUCKLER 1962, GARTHE 1962, LANG 1962) beweisen. Auch in jüngster Vergangenheit sind engagierte Beiträge zum Sandrasenschutz am ehesten von Geobotanikern wie PHILIPPI (z.B. 1971 a und 1971 b) oder von Entomologen wie WESTRICH (1989) geliefert worden.

3.3 Räumliche Defizite

Wie die Ausführungen im Kapitel 1.11 ("Rückgang", "Zustand", "Gefährdung") deutlich gemacht haben, ist das Problem einer oft krassen Defizit-Situation für Räume mit Sandrasen-Vorkommen, im Vergleich zu den traditionellen Ausdehnungen, heute zumeist die Regel. Die Schilderung dieses Zustandes soll in diesem Kapitel nicht wiederholt werden. Als weiteres Defizitkriterium kann die Diskrepanz zwischen den gegenwärtigen Sandrasen-Vorkommen und den Vorkommen gelten, die unter den heutigen agrar- und siedlungsstrukturellen Rahmenbedingungen möglich wären. Hierbei bestehen starke regionenspezifische Unterschiede, auf die in diesem Band nicht im einzelnen eingegangen werden kann.

Innerhalb des Kapitels 3 dieses Bandes ist es angebracht, weniger auf diese "grundsätzlichen Defizite" einzugehen, als sich vielmehr auf solche Defizit-Situationen zu beschränken, welche die gegenwärtige praktische Pflege- und Entwicklungsarbeit bereits erheblich berühren. Räumliche Defizite werden am deutlichsten fühlbar, wenn sie die Pflegedurchführung bereits tatsächlich mehr oder weniger behindern. Im Kapitel 2.4.2 (S. 137) wurde bereits mit der Verwendung des Begriffs "Mindestpflegegröße" darauf hingewiesen, daß zur Pflegedurchführung bestimmte Mindest-Flächengrößen vonnöten sind. Für Mahd-Halbtrockenrasen kann als Erfahrungswert gelten, daß Flächen unter 3.000 m² Größe nur noch "ungern", Flächen unter 1.000 - 2.000 m² praktisch nur noch ausnahmsweise eigens gepflegt werden.

In manchen "Sandrasen-Provinzen" Bayerns bewegen sich die Halbtrockenrasen-Reste nahezu ausschließlich in diesem Größenbereich. In einigen (ehemaligen?!) "Sandrasen-Provinzen" wie dem Tertiärhügelland, existieren Sandrasen-Flächen heute nur noch als kleine Restzwickel von unter 1.000 m² Größe.

Werden ausreichend große Pflegeflächen eingerichtet, die diese Restzwickel mitumfassen, abpuffern usw., so wird auf dem Hauptanteil einer solchen "Pflegefläche" nicht mehr "Pflege" im engeren Sinn (vgl. Kap. 2.1, S. 105), sondern ein "Renaturierungsmanagement" betrieben. Eine "Pflege" vorhandener Flächen im "engeren" Sinn ist in solchen Defiziträumen "mangels Masse" vielfach gar nicht mehr möglich.

Bei der Pflege von (ehemaligen) Schafhutungs-Flächen werden Raumdefizite schon bei wesentlich größeren Restflächen spürbar. Die kritische Größenordnung scheint bei etwa 2-3 Hektar zu liegen, die darüber entscheidet, ob die Hüteschafhaltung noch durchgeführt werden kann, oder ob dies nicht mehr möglich ist. Die zweite Komponente des räumlichen Defizits bildet die Isolation. Weit voneinander entfernte, bereits im kritischen Größenordnungsbe- reich liegende Schafheiden lassen sich nicht mehr traditionell pflegen, sofern nicht Zusatzflächen bereitgestellt werden (näheres vgl. Kap. 3.4.1, S.165). Günstige räumliche Rahmenkonstellationen für die Durchführung der Hüteschafhaltung mit großen Heideflächen (über 15 Hektar Größe) und geringen Entfernungen zueinander existieren heute in Bayern - abgesehen von einigen Truppenübungsplätzen - nirgendwo mehr. Die Schafweide in Form der Hüteschafhaltung als klassische Nutzungsform ist heute praktisch in keinem der noch existenten Rest-Sandrasen-Lebensräume durchführbar, da diese hierfür zu klein geworden sind.

3.4 Durchführungsprobleme

Grundprobleme bei der Pflege und Entwicklung von Sandrasen sind die vorwiegend geringe Flächen- gröÙe, die oft isolierte Lage und der davon kaum zu trennende Wegfall der Rahmenbedingungen samt wirtschaftlicher Basis für ihre traditionellen Nut- zungsformen, der deren Wiederaufleben stark erschwert.

3.4.1 Allgemein zu beachtende Rechtsgrundsätze

Unbeschadet weiterer Genehmigungserfordernisse (z.B. nach dem Bayerischen Waldgesetz für Rodungen) muß eine Pflegemaßnahme so geplant und durchgeführt werden, daß mit ihr keine Eingriffe in Naturhaushalt oder Landschaftsbild (Art. 6, Abs. 1 BayNatSchG) einhergehen. Gestaltende Pflege- maßnahmen, die mit erheblichen Beeinträchtigun- gen des Naturhaushaltes oder der Veränderung einer durch Art. 6d Abs. 1 BayNatSchG geschützten Fläche verbunden sind, kommen nur in begründeten Ausnahmefällen in Betracht.

Maßnahmen, die zu einer Zerstörung, Beschädi- gung, nachhaltigen Störung oder Veränderung des charakteristischen Zustandes einer Fläche im Sinne des Art 6d Abs. 1 BayNatSchG führen können, sind stets erlaubnispflichtig.

Bei Pflegemaßnahmen, die zu einer Beschädigung oder Zerstörung von Nist-, Brut-, Wohn- oder Zu- fluchtstätten wildlebender Tiere der besonders ge- schützten Arten führen, ist vor Beginn der Pflege- maßnahmen eine Ausnahmegenehmigung bzw. Be- freiung durch die höhere Naturschutzbehörde einzu- holen.

3.4.2 Schafbeweidung

Die **Hüteschafhaltung** als wichtigste traditionelle Nutzungsform der Sandrasen ist wegen eines gan- zen Bündels von Problemen im Aussterben begrif- fen (vgl. hierzu auch die ausführliche Problemdar- stellung zur Schäferei im LPK-Band II.1 "Lebens- raumtyp Kalkmagerrasen", Kap. 3.4.1).

Bei der Beweidung von Sandrasen stellt der Konflikt zwischen den wirtschaftlichen Notwendigkeiten der Schäfer und den Forderungen des Naturschutzes in Form von **Nutzungsauflagen** oft ein schwer verein- bares Gegensatzpaar dar.

- Ökologisch als optimal erachtete Beweidungs- termine sind oft wirtschaftlich uninteressant. Gerade bestobene, eher schütterere Sandgrasnel- kenrasen oder Heideflächen sind erst recht bei spätem Beweidungstermin, etwa im August nach Einziehen von *Orchis morio*, wegen fehlen- der Futterqualität nicht mehr interessant. Teilbe- weidung zur Zeit bester Futtergüte bewirkt opti- male Zuwachsabschöpfung, aber auch Zu- satzaufwand.
- Ertragsfördernde Maßnahmen wie Nachtpferch auf der Fläche, Düngung, Beifütterung oder Standweide sind aus Sicht des Naturschutzes auf Sandrasen nicht akzeptabel.
- Wirtschaftlich sinnvolle Herdengrößen sind oft nicht mit der festgelegten oder wünschenswerten Besatzdichte vereinbar.
- Mangels Interesse der Schäfer an ausreichender Verweildauer auf wenig futterintensiven Mager- weiden erfolgt oft der Verbiß nicht in ausreichen- dem Maße (Grohberg bei Faulbach), andere Flä- chen wiederum sind überweidet (Hainberg bei Fürth).

Viele der aus ökologischer Sicht heute notwendigen Beweidungseinschränkungen haben ebenso wie ökonomische Zwänge für den Schafhalter ihre Ur- sache in der nur noch geringen Ausdehnung der zur Verfügung stehenden Weideflächen und Triebwege:

- Es herrscht Mangel an ganzjährig zur Verfügung stehenden Weideflächen, insbesondere an Aus- weichflächen während der sommerlichen Dürre- periode, in denen auf Magerrasen nicht genug Futter zur Verfügung steht. Auch Herbst- und Winterweide steht durch frühen Umbruch, Her- bizid-Anwendung etc. nicht ausreichend zur Verfügung.

- Es herrscht auf Seiten der Besitzer von Grünland nurmehr geringe Aufgeschlossenheit gegenüber den Belangen und Bedürfnissen der Schäferei, so daß weniger Weidefläche zur Verfügung steht, als tatsächlich vorhanden ist.
- Der Zusammenbruch der Triftwege durch Flurbereinigung, Umbruch, Aufforstung, Landschaftszerschneidung durch Verkehrswege und hohes Verkehrsaufkommen ist auf weite Strecken kaum behebbar.
- Geringe Flächengröße und isolierte Lage vieler pflegebedürftiger Sandrasenflächen stehen oft der Wiederaufnahme von Beweidung im Weg.

3.4.3 Entbuschen

A) Zur Einhaltung des Bayerischen Waldgesetzes (BayWaldG)

Die Beseitigung bereits geschlossener Gehölzbestände auf Teilflächen von Sandrasen-Brachen gilt als Rodung nach Art. 9, Abs. 2, Satz 3 BayWaldG, sofern es sich um Bestände aus Waldbäumen im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes handelt. Haben sich Verwaltungen auf Sandrasen-Brachen zwischenzeitlich eindeutig zu Wäldern im Sinne des BayWaldG entwickelt, so ist zu ihrer Entfernung eine Rodungserlaubnis erforderlich.

B) Praktische Probleme

Liegen - soweit erforderlich - die nötigen Genehmigungen vor, so bleibt die Entwaldung ein sehr kostspieliges Unternehmen. Eine rechtzeitige Durchführung der Entbuschungen ist somit dringend geboten, um die Genehmigungsverfahren und hohen Kosten zu vermeiden, die bei der Beseitigung geschlossener Verwaltungen anfallen. Jung-Kiefern, die niedriger als 0,5 Meter sind, lassen sich im allgemeinen noch ohne Schwierigkeiten aus dem Boden ziehen. Sind diese Koniferen jedoch fest im Boden verankert, so ist ein Umsägen mit entsprechend höheren Kosten nicht zu umgehen. In jedem Fall sehr kostspielig und langwierig werden Bekämpfungsmaßnahmen (vgl. Kap. 2.1.2.2) von Robinie und Später Traubeneiche, wenn nicht sofort beim Auftreten dieser Neophyten entschlossen eingegriffen wird.

Sind umfangreiche Entbuschungs- und Entwaldungsmaßnahmen vorgesehen und behördlich genehmigt, so muß mit heftigen negativen Reaktionen der öffentlichen Meinung gerechnet werden, wenn vor der Durchführung nicht rechtzeitig öffentlich Sinn und Zweck der Entbuschungsaktion bekanntgegeben werden.

3.4.4 Kontrolliertes Abflämmen

Das Abbrennen eignet sich prinzipiell nur sehr eingeschränkt für die Pflege von Sandrasen (vgl. Kap. 2.1.2.3 und 2.1.3) und ist darüber hinaus auch in der praktischen Anwendung schwierig zu handhaben. Das Flämmen erfordert eine sehr sorgfältige Vorplanung, es muß auf Feuchtigkeit des Bodens und der Streu sowie auf die Windverhältnisse Rücksicht genommen werden (vgl. WEGENER & KEMPF

1982: 58). Zumeist ist das Brennen, das im Spätwinter durchgeführt wird, nur an wenigen Tagen im Jahr möglich, an denen günstige Windverhältnisse und eine genügende Abtrocknung der Streu gegeben sind. Bei sehr trockener Streu laufen die Brände rasch über die Fläche hinweg. Besonders kritisch sind hangaufwärts treibende Feuer, da sich in diesem Fall, insbesondere bei großen Streumengen, sehr hohe Temperaturen bilden können. Entsprechend groß ist die Gefahr, daß der Brand außer Kontrolle gerät. Nach WEGENER & KEMPF (1982: 62) ist es dringend zu empfehlen, die Kontrolle und Sicherung des Flämmens von mehreren Naturschutz Helfern sicherzustellen. Darüber hinaus sind nach diesen Autoren folgende Sicherheitsvorkehrungen unerlässlich:

- Jeder, der unerfahren im Umgang mit dem Feuer ist, scheidet als "Pflege-Manager" aus. Zumindest die erste Aktion muß in einem solchen Fall der Feuerwehr überlassen bleiben.
- Liegen die Brand-Flächen innerhalb oder am Rand von Wäldern, so ist die penible Einhaltung der einschlägigen Brandschutz-Bestimmungen selbstverständlich.

Zusammenfassend läßt sich zu den Durchführungsproblemen, die beim Abbrennen auftreten, sagen: Das Abbrennen ist nur an wenigen Tagen im Jahr möglich. Zur Handhabung des Feuers ist ein erfahrenes Spezialisten-Team notwendig, das mit Brand-Überwachung, flankierenden Brandschutz-Maßnahmen und den einschlägigen Rechtsbestimmungen genau vertraut ist. Das Schadensrisiko für angrenzende Flächen läßt sich niemals völlig ausschließen.

In Bayern ist zum kontrollierten Brennen eine behördliche Genehmigung durch die untere Naturschutzbehörde erforderlich. Nach dem Naturschutz-Ergänzungsgesetz von 1962 (BayNatEG) dürfen Bodendecken auf Wiesen, Feldrainen, ungenutztem Gelände, an Hecken oder Hängen nach Art. 2, Abs. 1 nicht abgebrannt werden; Ausnahmen sind nach Art. 2, Abs. 3 nur nach Genehmigung der zuständigen Naturschutzbehörde möglich. Aus grundsätzlichen Erwägungen sollte auf das Brennen jedoch verzichtet werden.

3.4.5 Acker-Streuobst-Mischnutzung

In den Landkreisen und Gemeinden am Untermain mit durch Streuobstzeilen gegliederten Sandackerbereichen stellt sich das grundsätzliche Problem, daß dort traditionell keine Allmenden existiert haben wie anderswo. Bis heute verbliebene Flächen mit oft handtuchschmalen Parzellen sind daher grundsätzlich im bäuerlichen Privatbesitz. Die Gemeinden sind angesichts des erheblichen aktuellen Umwidmungsdrucks hinsichtlich Bauland und Industrieansiedlung durch ihren Mangel an geeigneten Tauschflächen kaum in der Lage, dem Ausverkauf durch Zusammenfassung wertvoller Restflächen entgegenzutreten.

4 Pflege- und Entwicklungskonzept

Das Pflege- und Entwicklungskonzept synthetisiert die Fakten und Bewertungen der drei vorangegangenen Kapitel und entwickelt zunächst Grundsätze, Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele für die Sandrasen-Lebensräume in Bayern. Dieses Konzept unterläßt es in diesem Zusammenhang nicht, für Landschaften, in denen Sandrasen einen wesentlichen Bestandteil bilden, gesamtäumliche Zielvorstellungen zu entwerfen, die auch andersartige, hochwertige Biotop-Typen mitberücksichtigen. Die Umsetzung dieser Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele geschieht über Handlungsanleitungen und Pflege- und Entwicklungsempfehlungen, die einen wesentlichen Teil dieses Pflege- und Entwicklungskonzeptes darstellen.

Als Flächen-, in früherer Zeit sogar vielfach als Großflächenbiotope bildeten die Sandrasen-Lebensräume in den Naturräumen, in denen sie beheimatet sind (vgl. Kap. 1.8.2, S.81) erstmals den "Dominanz- und Kernlebensraum" unter den offenen und halboffenen, durch extensive Nutzung entstandenen Kulturbiotopen und Kulturlandschaftselementen. Zugleich fügten sie sich sowohl räumlich als auch in ihrer strukturellen Beschaffenheit (z.B. als Schafhutung mit halboffenen Teilbereichen wie Hutbaum-Hainen) und in ihren ökosystemaren Eigenschaften als zwar Stoffinput-unabhängige (vgl. Kap. 1.1, S.17 und 1.3, S. 21), jedoch bewirtschaftungsbedürftige Lebensgemeinschaften zwischen den offenen, auf Stoffinput angewiesenen Agrar-Ökosystemen und den Wald-Ökosystemen ein, die grundsätzlich stoffinput- und bewirtschaftungs-unabhängig sind.

Um den Sandrasen-Lebensräumen in diesem Beziehungsgefüge zwischen Agrarökosystemen und Waldökosystemen einerseits und zwischen den anderweitigen Kulturbiotopen andererseits "ihren Platz" neu zuzuweisen, bedarf es Entwicklungsleitbilder dazu, wie sich die Sandrasen-Lebensräume künftig in die Landschaft einfügen sollen.

Ebenso sind auch Entwicklungs-Leitbilder zum inneren Strukturaufbau der Sandrasen-Lebensräume notwendig. Innere Strukturen in Sandrasen-Lebensräumen stellen strenggenommen nichts anderes dar als die "Fortsetzung" der Nachbarbiotope in den Sandrasen hinein. Die Gebüsch- und Baumgruppe innerhalb eines Sandrasens stellt gewissermaßen ein "Absprengsel" des angrenzenden Waldes dar.

Aus den Entwicklungs-Leitbildern ergibt sich die Zielvorgabe für das zukünftige landschaftspflegerische Handeln; sie bestimmen ganz wesentlich die Pflege- und Entwicklungsziele. Je allgemeiner Pflege- und Entwicklungsziele in einem ganz umfassenden Sinn für die Sandrasen-Lebensräume gelten, desto stärker werden sie nicht nur durch visuell manifestierbare Leitbilder geprägt, sondern auch von den grundlegenden Leitsätzen zur Einhaltung der für ihre Existenz wesentlichen Lebensbedingungen (vgl. Kap. 1.7, S.74) bestimmt.

Ein bayernweites Gesamtkonzept zu den Sandrasen-Lebensräumen stellt sich die Aufgabe, den regionenspezifischen Merkmalen der Sandrasen und den regionalen Lebensraumtyp-Konstellationen mit entsprechend modifizierten Aussagen zu Leitbildern, Pflege und Entwicklung gerecht zu werden. Das Verantwortungsbewußtsein um die Erhaltung der heute extrem bedrohten Sandrasen-Lebensgemeinschaft läßt sich wohl am stärksten durch die Erkenntnis festigen, daß diese Lebensgemeinschaft in ihren markanten Regional-Ausprägungen den Eigencharakter der Landschaften, in denen sie früher vorkam, ganz erheblich mitbestimmt hat.

Das "Pflege- und Entwicklungskonzept" gliedert sich in vier Hauptkapitel. Zunächst werden die allgemeinen Grundsätze zur Pflege und Entwicklung der Sandrasen-Lebensräume in Bayern formuliert (Kap. 4.1, S.167). Sie bilden die Plattform für die Wahl der eigentlichen Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen. Diesen Grundsätzen wird eine Einführung zur Klärung der Frage vorangestellt, weshalb die Erhaltung der vom Menschen geschaffenen Sandrasen, offenen Sandfluren und lichten, artenreichen Wintergrün-Kiefernwälder ein Ziel der Landschaftspflege und des Naturschutzes darstellt.

Im Kapitel "Allgemeines Handlungs- und Maßnahmenkonzept" (Kap. 4.2, S.172) werden für die Sandrasen-Lebensräume die Entwicklungs-Leitbilder und Pflegeziele benannt, die den Weg für die notwendige Pflege, für Pufferung, Wiederherstellung und Neuanlage, für den Biotop-Verbund sowie für notwendige flankierende Maßnahmen weisen.

Im dritten Kapitel (Kap. 4.3, S.216), dem "Speziellen Handlungs- und Maßnahmenkonzept/Gebiets-spezifische Aussagen" werden die allgemeinen Konzeptaussagen zunächst auf die in Kap. 1.8.2 (S.81) unterschiedenen "Sandrasen-Provinzen"-Lebensraum-Typen hin spezifiziert. Anschließend werden in diesem Kapitel auf Landkreis-Ebene die Entwicklungs-Schwerpunkte für Sandrasen-Lebensräume zusammengestellt.

Zuletzt werden noch einige Pflege- und Entwicklungsmodelle zu Sandrasen-Lebensräumen vorgestellt (Kap. 4.4, S.223).

4.1 Grundsätze

(Bearbeitet von B. Quinger)

Bevor die Grundsätze, die das Fundament der Pflege und Entwicklung von Sandrasen-Lebensräumen bilden, formuliert werden, bedarf es einer allgemeinen Begründung, weshalb Sandrasen-Lebensräume überhaupt erhalten und somit gepflegt werden sollen.

Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen zu Sandrasen, Sandfluren und für die heute sehr selten gewordenen Wintergrün-Kiefernwälder stoßen selbst in der am Naturschutz interessierten Öffentlichkeit auf

ein weit geringeres positives Echo als die Pflege der von der Blütenfülle her ansprechenderen einschürigen Magerwiesen (z.B. Buckelwiesen), Streuwiesen oder der als "schön" empfundenen Schafhuthungen der Kalkmittelgebirge. Pflegemaßnahmen wie das Anlegen von Sand-Pionierstellen stoßen auf Unverständnis. Maßnahmen wie

- das Nichtaufforsten aufgelassener Sandgruben,
- das Streurechen in den letzten Wintergrün-Kiefernwäldern Bayerns
- oder gar das Zurücksetzen von Kiefernauflösungen auf Binnendünen, um einem zu einer winzigen Restfläche geschrumpften Sandrasen wieder zu größerer Ausdehnung zu verhelfen,

fordern sogar nicht selten entschlossenen Widerstand heraus.

Vorgezogen wird die un gelenkte Entwicklung (vgl. z.B. SCHERZINGER 1991), die mit dem Prädikat "natürlich" versehen wird. Die Forderung nach "Zulassung der natürlichen Entwicklung" bildet mithin den Gegenpart zur "unnatürlichen" oder gar "widernatürlichen" und somit "künstlichen" Pflege. Nicht selten wird in diesem Zusammenhang wie selbstverständlich angenommen, daß das Gewährenlassen der "Ungelenkten Entwicklung" letztlich zur "Potentiellen natürlichen Vegetation" im Sinne von TÜXEN (1956) führt.

Bereits im LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen" ist an derselben Stelle ausgeführt worden,

- 1) daß der un gelenkten Sukzession keineswegs vorbehaltlos das Attribut natürlich verliehen werden kann;
- 2) daß sich bei un gelenkter Entwicklung keineswegs sicher über kurz oder lang die potentielle natürliche Vegetation einstellt;
- 3) und zudem die Heranbildung der potentiellen natürlichen Vegetation auf den rezenten Magerrasen-Standorten kein Ziel darstellt, dem gegenüber der Erhaltung der Magerrasen aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege Vorrang einzuräumen ist.

Für Sandrasen-Lebensräume trifft dies zumindest in vergleichbarer Weise zu wie für Kalkmagerrasen-Lebensräume:

- 1) Noch stärker als es bei den Kalkmagerrasen der Fall ist, beteiligen sich an der Sukzession brachgefallener Sandrasen und Sandfluren neophytische Fremdarten wie die Robinie, die Späte Traubenkirsche, die Kanadische Goldrute und der Japanische Staudenknöterich (vgl. Kap. 2.2.1.3). Diese Arten bauen extrem artenarme, monodominante Vegetationsbestände auf, die nur für sehr wenige - und zudem ubiquistische - Tierarten nutzbar sind. Robinienwälder sind allem Anschein nach langfristig stabil und womöglich durch einheimische Baumarten kaum mehr verdrängbar. Robinienwälder bilden zeitlich nicht absehbare, "vorläufige" Endstadien einer Sukzession und bieten sich in ihrem Inneren in einem optisch trostlosen Erscheinungsbild dar, das von Stickstoffgeiern wie der Brennes-

sel oder der Knoblauchsrauke beherrscht wird. Die "natürliche" Sukzession von Sandrasen führt - sofern sich Robinie oder Späte Traubenkirsche "bereithalten" - zu nichts anderem als zur Verdrängung in Mitteleuropa natürlich vorkommender Lebensgemeinschaften (vgl. Kap. 1.4.1.5.2) durch vom Menschen erst vor kurzer Zeit eingeschleppte Fremdpflanzen.

Auch bei un gelenkter Sukzession zum Kiefernwald ist keineswegs sichergestellt, daß dies mit Bäumen der heimischen Provenienz geschieht. Entscheidend für die Besiedlung der Sandrasen-Brache ist, welche Baumbestände diese Brache umgeben. Handelt es sich um Forstbäume, die aus einem völlig anderen Naturraum stammen, so werden diese die Sukzession bestimmen.

- 2) Für die Entstehung der potentiellen natürlichen Vegetation im Zuge der un gelenkten Entwicklung fehlen fast überall in Bayern, wo noch Sandrasen vorkommen, die räumlichen Voraussetzungen. Auf der Mehrzahl der Sandrasen würden Kiefern-Eichen-Wälder oder sogar nahezu reine Eichenwälder die potentielle natürliche Vegetation bilden. In der näheren Umgebung vieler Sandrasen (bis drei Kilometer Abstand) ist die Eiche heute so selten (z.B. im Reichswald), daß keine begründete Aussicht auf ihr spontanes Erscheinen besteht. Es bliebe also (bestenfalls!) bei einem Kiefernwald als Endzustand, der in den meisten Sandrasen-Regionen Bayerns, mit Ausnahme vielleicht einiger extrem nährstoff- und mineralstoffarmer Quarzsand-Gebiete der Oberpfalz (vgl. Kap. 1.4.1.5.1) nicht als die potentielle natürliche Vegetation angesehen werden kann!

- 3) Bereits im Kalkmagerrasen-Band wurde ausgeführt, daß die Halbkulturformationen und halbnatürlichen Formationen als Bindeglied zwischen Wäldern einerseits und den Agrozönosen andererseits wirken können und mit beiden über ihre Tier- und Pflanzenwelt in einem Funktionszusammenhang stehen. Ohne Halbkulturformationen ist die Gesamtvernetzung in der Landschaft ungleich geringer; zwischen den Agrozönosen und den Waldbiozönosen besteht eine strenge Separierung aufgrund ihrer ökologischen Unähnlichkeit. Das Aufrechterhalten des landschaftsökologischen Gesamtzusammenhangs wird in den Kulturlandschaften mit zwangsläufig hohen Anteilen an Agrarökosystemen (notwendige Nahrungsmittelproduktion!) wohl nur möglich sein, wenn diese über die Halbkulturformationen mit den Wäldern korrespondieren können.

Auf die Bedeutung der Halbkulturformationen für die Herausbildung einigermaßen stabiler und artenreicher Agrozönosen ist bereits im LPK-Band "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen" eingegangen worden. Der sicher von jedem Naturschützer gutgeheißene Integrierte Pflanzenbau kann nur funktionieren, wenn den Kleintierarten, die Schadorganismen in Schach halten sollen, die benötigten Teillebensräume über die eigentlichen Acker-Ökosysteme hinaus angeboten wer-

den. In ausreichender Dichte und Flächengröße müssen demnach flächenhafte und bandartige ökologische Zellen vorhanden sein, die diese Aufgabe wahrnehmen können. Den Halbkulturformationen wie den Hecken und den Magerrasen kommt in diesem Zusammenhang eine überragende Bedeutung zu (vgl. hierzu KNAUER 1986: 24).

Will man die landschaftsökologischen Funktionszusammenhänge aufrechterhalten bzw. wieder beleben, so wird man sich für die Erhaltung von Halbkulturformationen wie die Sandrasen und Sandfluren einsetzen müssen, von weiteren Argumenten, die eine Erhaltung der Sandrasen nahelegen wie Artenschutz, kulturhistorische Aspekte, Zurschaustellung erdgeschichtlicher Dokumente usw. (vgl. hierzu Kap. 1.9) einmal ganz abgesehen.

Die "Wiederausweitung" und "Wiederbelebung" von Sandrasen und Sandfluren wird für viele in dem Augenblick zum "Ärgernis" werden, als damit das Zurücksetzen oder gar das Entfernen von Kiefernafforstungen verbunden ist. Ebenso wirkt das neuerdings zur Erhaltung der letzten Wintergrün-Kiefernwälder angewandte Streurechen (vgl. SCHEUERER et al. 1991) provozierend.

Zum Streurechen:

Das (im übrigen nur auf wenigen ha) stattfindende Streurechen in Sand-Kiefernwäldern wird als "wider die Natur" und "unökologisch" abgelehnt. Grundsätzlich ist es natürlich richtig, daß das Streurechen die natürlichen Nährstoff- und Mineralstoffkreisläufe aufhebt. Es erhebt sich jedoch in diesem Zusammenhang die Frage, ob die Aufrechterhaltung geschlossener Nährstoffkreisläufe zu den unverrückbaren Zielen des Naturschutzes gehören muß?*. Wer dem zustimmt, wird kaum der Erhaltung der Halbkulturformationen wie Magerrasen, Magerwiesen und Streuwiesen das Wort reden können, zu deren Existenzvoraussetzungen der Nährstoffentzug gehört. Oder umgekehrt formuliert: wer die Existenzberechtigung von Magerrasen und Streuwiesen anerkennt, kann nicht a priori in Wäldern Maßnahmen ablehnen, die zu Nährstoffentzügen führen.

Selbstverständlich ist es unsinnig, das Streurechen in Sand-Kiefernwäldern vorzunehmen, in denen die Produktion des Naturgutes Holz erfolgen soll und auf diese Weise die Nachhaltigkeit der Produktivität auszuhebeln. Spielen in einem Sand-Kiefernwald jedoch keine produktionsbezogenen Zielsetzungen eine Rolle, sondern stehen ausschließlich naturschutzbezogene Überlegungen im Vordergrund, so kann es aus Gründen des Artenschutzes, des Erhalts heute sehr selten gewordener Kulturwald-Typen

usw. durchaus angezeigt sein, das Streurechen vorzunehmen und in analoger Weise eine "Entzugswirtschaft" zu betreiben, wie sie auf den Magerrasen und Streuwiesen üblich ist. Ein "Bekennnis" zur Magerassen- und Streuwiesen-Pflege und ein "Nein" zum Streurechen in ausgewählten Wintergrün-Kiefernwäldern, in denen ausschließlich naturschutzbezogene Zielsetzungen Vorrang haben, schließen sich jedenfalls logisch gegenseitig aus!

Zum Zurücksetzen oder Entfernen von Kiefernforsten, um Sandrasen-Lebensräume zu vergrößern:

Neuerdings werden Abräumungen von Kiefern- und Fichtenforsten mit dem Ziel, Magerrasen wieder zu vergrößern oder miteinander besser zu verbinden, mit dem Argument abgelehnt, die Holzproduktion auch auf diesen Standorten sei als Gegengewicht zum globalen CO₂-Anstieg in der Atmosphäre und zum daraus resultierenden Klimaschock dringend erforderlich (vgl. hierzu z.B. VOLK & SCHLENSTEDT 1991: 4).

Hält man sich vor Augen, daß global ein Waldflächen-Defizit von mindestens 10 000 000 km² (entspricht ziemlich genau der Gesamtfläche der USA) herrscht, um das angefallene überschüssige CO₂ zu binden (vgl. DÄNZER-VANOTTI 1992), so wird deutlich, daß die Verhinderung der Abräumung von vielleicht 100 Hektar Kiefernforsten in ganz Bayern zur Sandrasen-Förderung nicht einmal ein symbolischer Beitrag sein kann, um der befürchteten Klimakatastrophe entgegenzuwirken. Wollte die BR Deutschland wirklich einen ernstzunehmenden Beitrag zur CO₂-Bindung leisten, so müßten im großen Umfang heute agrarisch genutzte, möglichst produktive Standorte in Wald überführt werden. Auf diesen Standorten könnten jedenfalls wesentlich größere Holzmengen erzeugt (und somit CO₂ gebunden) werden als ausgerechnet auf den oft jahrhundertlang ausgepowerten Magerrasen-Standorten, die das Aufwachsen ertragsreicher Wälder nicht zulassen.

Solange keine Versuche unternommen werden, großflächig produktives Agrarland in Wald zu überführen bzw. den CO₂-Ausstoß zu senken, sind alle Ansprüche auf die wenigen verbliebenen Magerrasen- und Magerrasen-Umgebungs-Standorte in Bayern, um dort Beiträge zur CO₂-Kompensation zu leisten, nicht glaubwürdig und lediglich vorgeschoben.

Zieht man aus den vorstehenden Ausführungen die Quintessenz, so erscheint uns, daß der Naturschutz und die Landschaftspflege heute durchaus mit gutem Gewissen aus einem ganzheitlichen Verständnis unserer Landschaft heraus Lebensräume wie die Sandfluren, die Sandrasen und die artenreichen lich-

* Es ist keineswegs so, daß in vom Menschen unbeeinflussten Waldökosystemen die Nährstoffkreisläufe immer geschlossen sind. An natürlichen Aushagerungsstandorten (z.B. steile Oberhanglagen) erfolgen durch Ausblasung und Auswaschung natürliche Stoffverluste. Stoffverluste erfolgen auch in Bruch- und Moorwäldern, in denen erhebliche Mengen an Nähr- und Mineralstoffen im Torf festgelegt und somit der Lebensgemeinschaft entzogen werden. Den Gegenpart hierzu spielen Auenwälder oder Wälder an Kolluvialstandorten, die von Nährstoffeinträgen leben und insofern ebenfalls keine geschlossenen Nährstoffkreisläufe aufweisen.

ten Sand-Kiefernwälder erhalten und pflegen können. Die vorgebrachten Einwände, daß diese Handlungsweise "wider die Natur" oder sogar aus globalen Erwägungen heraus verantwortungslos sei, greifen zu kurz und erweisen sich bei näherem Hinsehen als nicht ausreichend stichhaltig. Die ungelenkte Entwicklung soll in unserer Landschaft ihren Platz haben, sie soll in Wäldern vorgenommen werden und ihr sollen in Zukunft in erster Linie bisher intensiv genutzte Flächen zugewiesen werden. Es besteht jedoch keinerlei Anlaß, ihr die letzten Sandrasen-Lebensräume Bayerns zu opfern, zumal die Sandrasen unter den in diesem Jahrhundert stark bedrängten Halbkulturformationen vielleicht die katastrophalsten prozentualen Verluste hinnehmen mußten.

Für die Pflege und Erhaltung der Sandrasen-Lebensräume in Bayern gelten daher folgende Grundsätze:

(1) Weitere Verluste von Sandrasen-Lebensräumen vermeiden!

Diesem Grundsatz kommt ein ganz besonderes Gewicht zu. Nur einige Regional-Typen der Kalkmagerrasen und Streuwiesen-Lebensräume sind in Bayern in ähnlicher Weise akut vom Aussterben bedroht wie die Sandrasen-Lebensräume. Selbst kleinste Restvorkommen und stark durch Verbrachung gestörte Bestände sind von diesem Grundsatz nicht ausgenommen. Eingriffe in Sandrasen-Lebensräumen sind möglichst zu vermeiden.

(2) Pflege der Sandrasen-Lebensräume hat Vorrang vor ungelenkter Entwicklung!

Die Pflege ist der ungelenkten Entwicklung in der Regel vorzuziehen. In der Einführung zu den Grundsätzen zu Pflege und Entwicklung von Sandrasen-Lebensräumen ist dieser Grundsatz bereits ausführlich begründet worden. Das Fortwährenlassen der Brache führt zum Verlust der letzten bayerischen Sandrasen-Lebensräume.

(3) Eutrophierung von Sandrasen fernhalten, Nährstoffeinflüsse unterbinden!

Nährstoffeinträge führen zu schweren Schädigungen der Sandrasen-Lebensräume, obwohl wegen des geringen Sorptionsvermögens der Sandböden (vgl. Kap. 1.3.3) Nährstoffe nicht in dem Maße gebunden werden können wie auf Lehmböden. Schon geringe Nährstoffeinträge bewirken die Vitalisierung von Polykormon-Pflanzen, die die Sandrasen-Vegetation verdrängen können (vgl. Kap. 2.2.1.3.5 und 2.2.1.3.6). Wie sich Eutrophierungsschäden in Sandrasen-Lebensräumen erkennen lassen, wird ausführlich in Kapitel 2.3.2 beschrieben.

(4) Die Pflege der Sandrasen-Lebensräume primär auf die Ökosystem-Erhaltung hin abstimmen!

Die Pflege und Entwicklung der Sandrasen-Lebensräume muß auf die Einhaltung der für die Existenz wesentlichen Lebensbedingungen (vgl. Kap. 1.7) abgestimmt sein. Hierbei handelt es sich in erster

Linie um die Verhinderung von Verbuschung, Verwaldung und Verfilzung, um die Verhinderung einer allmählichen Aufeutrophierung sowie um die fortwährende Bereitstellung von Offensandstandorten.

(5) Als Pflegeform für Sandrasen scheiden das Abbrennen und das Mulchen aus!

Auf das Abflämmen als Pflegeform von Sandrasen (z.B. um Filzdecken zu beseitigen) ist zu verzichten. Abflämmen fördert Organismen, die auch bei Brache begünstigt werden und schädigt besonders hochwertige Stadien wie kryptogamenreiche Sandrasen (vgl. Kap. 2.1.2.3). Zudem ist das Abflämmen mit großen Durchführungsproblemen behaftet (nur an wenigen Tagen im Jahr durchführbar, Brandrisiko nicht ausschließbar, Genehmigungen erforderlich, vgl. Kap. 3.4.1.4). Das Mulchen ist als Pflegeform von Sandrasen ebenfalls ungeeignet. Die Nachteile der Mahd (vgl. Kap. 2.1.2.1 und 2.1.3) gelten auch für das Mulchen, zudem verursacht das Mulchen jedoch eine allmähliche Aufdüngung der Sandrasen (vgl. Kap. 2.1.2.1 und 2.1.3).

(6) Die Pflege der Sandrasen-Lebensräume grundsätzlich an die traditionelle Nutzung anlehnen!

Soweit noch umsetzbar, sollte sich die Pflege an der traditionellen Nutzung der Sandrasen-Lebensräume orientieren, die durch Beweidung, Streurechen, Sand- und Gehölzentnahme gekennzeichnet war. Mit Pflegeformen, die völlig von der traditionellen Nutzung abweichen, lassen sich Zielsetzungen wie die Erhaltung bestimmter Kulturlandschaftstypen, aber auch Artenschutz-Ziele nur noch mit Einschränkung oder gar nicht mehr verfolgen.

(7) Bei Schafbeweidung ist die Nachtpferch außerhalb des Magerrasen-Geländes durchzuführen!

Ein zentraler Grundsatz für die Durchführung der Schafbeweidung auf Magerrasen. Die Nachtpferch darf keinesfalls auf Magerflächen durchgeführt werden, da sie zu konzentrierter Eutrophierung führt. Die weiteren allgemeinen, zum Themenkreis "Schafbeweidung und Schäferei" im LPK-Band "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen" formulierten Grundsätze* gelten auch für Sandrasen-Lebensräume.

(8) Den inneren und randlichen Strukturreichtum fördern, jedoch nicht zum generell-verbindlichen Prinzip erheben!

Insbesondere die Reichhaltigkeit der Kleintier-Fauna eines Sandrasen-Lebensraumes hängt weitgehend vom inneren und vom randlichen Strukturreichtum ab. Eine hohe Strukturdiversität eines Sandrasen-Lebensraumes läßt sich am ehesten erzielen, wenn neben der Grundpflege wie Schafbeweidung Maßnahmen wie kleinflächige Materialentnahmen zur Schaffung von Pionier-Standorten und zusätzlich Pflegeverfahren wie die "Kontrollierte Brache" zur Anwendung kommen, die frühe Sukzessionsstadien erzeugen.

* Grundsätze Nr. 16, 17 und 18 im LPK-Band Lebensraum-Typ Kalkmagerrasen.

(9) Hochwertige Arten benötigen besondere Pflegerücksichten!

Das Vorkommen hochwertiger, zumeist stark gefährdeter oder gar vom Aussterben bedrohter Tierarten kann auf die Bedürfnisse dieser Arten hin abgestimmte Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen erfordern. Intensität, aber auch Zeitpunkt der Pflege können darüber entscheiden, ob die Art gefördert oder sogar zusätzlich bedrängt wird. Die Pflege und Gestaltung einzelner Sandrasen-Lebensräume kann jedoch niemals den Ansprüchen aller hochwertigen Arten in gleicher Weise gerecht werden.

Grundsätzlich stellt die Abstimmung der Pflege- und Entwicklungskonzepte auf Einzelarten deshalb keine Dauerlösung dar. Vielmehr muß versucht werden, die Sandrasen-Lebensräume wieder so zu erweitern, daß die unterschiedlichen Standort- und Struktur-Typen der Sandrasen-Lebensräume in ausreichender Fläche zur Verfügung stehen (vgl. Kap. 2.6.1.1).

(10) Pflegeplanung auch an kritischen Gehölzen, an unduldsamen Brachegräsern und Hochstauden ausrichten!

Es gehört zu den typischen Fehlern der praktischen Pflegearbeit, die Pflegeplanung zu sehr auf einige Spitzenarten (selten + attraktiv!) zu fixieren und darüber die Problemvegetation, die zur Degradation der Sandrasen-Lebensräume beiträgt, aus dem Auge zu verlieren. Nur solche Pflegeverfahren können auf Dauer als tauglich angesehen werden, mit denen sich die vor Ort auftretenden Problemarten wirksam niederhalten lassen und dadurch der Charakter des Sandrasen-Lebensraumes an sich erhalten wird.

(11) Neophytische Störarten innerhalb der Sandrasen-Lebensräume zum Verschwinden bringen!

Zu den Hauptproblemarten auf den verbliebenen Sandrasen-Lebensräumen zählen verschiedene unduldsame Neophyten, die die einheimische Sandrasen-Vegetation vollständig verdrängen können. Insbesondere die Robinie, die Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*), die Kanadische Goldrute und der Japanische Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*) sind aus naturschutzfachlicher Sicht unerwünscht.

(12) Unversehrte geomorphologische Strukturen wie intakte Dünenbildungen von Sandabschiebungen zur Neuschaffung von Pinoierstandorten ausnehmen!

Morphologisch intakte Dünen, intakte Sand-Terrassenkanten sowie flachgründige Flugsandlinsen dürfen nicht zur Gewinnung von Pionier-Standorten abgeschoben werden. Naturschutz in Sandrasen-Lebensräumen muß auch immer eine geomorphologische Orientierung besitzen. Hierunter wird das Ziel verstanden, das vollständige Formen-Spektrum zu bewahren, wozu auch kleinflächige Objekte von weniger als 100m² und unauffälliger Reliefausprägung gehören. Ihre unversehrte Erhaltung ist daher für eine naturschutzbezogene Entwicklungs- und Pflegeplanung in Sandrasen-Lebensräumen selbstverständlich (vgl. auch LPK-Band "Geotope", Teilband "Dünen").

(13) Die Sandrasen-Lebensräume Bayerns in verschiedenen Erscheinungsformen erhalten!

Das Landschaftspflegekonzept muß es sich zum Ziel setzen, sämtliche regionenspezifische Ausbildungen des Sandrasen-Lebensraumes in Bayern in repräsentativen Beispielen zu erhalten bzw. wieder zu renaturieren. Eine Übersicht über die Regional-Ausbildungen der Sandrasen-Lebensräume bietet das Kapitel 1.8.2. Als komplette Einheit sind Komplexe aus Offensanden, Pionierrasen, Halbschlußrasen, +/- geschlossenen Sandrasen sowie aus angrenzenden Gebüsch (regional recht unterschiedlich, vgl. Kap. 1.4.3.7) und Sand-Kiefernwäldern zu verstehen, wobei brachliegende Sandäcker noch hinzutreten können.

(14) Auch winzige Sandrasen-Reste in die Pflege und Entwicklungsplanung einbeziehen!

Die Sandrasen-Lebensgemeinschaft ist in Bayern derart an den Rand ihrer Existenz gedrängt, daß selbst kleinste Sandrasen-Reste Beachtung finden müssen. Dies gilt vor allem, wenn dem Umfeld ein günstiges Renaturierungspotential zugesprochen werden kann (vgl. Kap. 2.5.2). Kleine Sandrasen-Reste können bei günstiger Verbindungslage zu weiteren Sandrasen-Lebensräumen für Sandrasen-Organismen eventuell als Trittsteine (vgl. Kap. 2.6.1.1) fungieren.

(15) Bestehende Sandrasen-Lebensräume erweitern!

Kaum ein Sand-Lebensraum in Bayern weist heute noch befriedigende Ausdehnungen auf. Die meisten Sandrasen-Lebensräume stellen Reste ehemaliger Vorkommen dar, die sich vielfach nur noch im Promillebereich der ehemaligen Größenordnung bewegen. Erweiterungen sind nicht nur aus naturschutztheoretischen Gründen notwendig (Erreichen des Minimum-Areals, vgl. Kap. 2.6.1.1), sondern auch aus praktischen Gründen unumgänglich, um eine magerrasengerechte Durchführung der Beweidung zu gewährleisten.

(16) Sandrasen-Lebensräume nicht isoliert, sondern im Verbund mit anderen Lebensraumtypen pflegen und entwickeln!

Die Pflege- und Entwicklungsplanung von Sandrasen-Lebensräumen muß immer in einen räumlichen Gesamtrahmen eingefügt sein, der die verwandten Flächen- und Linearbiotope (vgl. Kap. 2.6.2) sowie die potentiellen Magerrasen-Standorte mitumfaßt. Bei der Schaffung von Sandrasen-Biotop-Verbundsystemen (vgl. Kap. 2.6.4) ist darauf zu achten, daß die Biotop-Verbunde in dem erforderlichen Maße abgepuffert sind. Zudem ist ein Biotop-Verbund so zu gestalten, daß die Barriere-Wirkungen in einem niedrigen Rahmen verbleiben.

(17) Erfolgskontrollen zum Erreichen der Pflege- und Entwicklungsziele durchführen!

Pflege- und Entwicklungsarbeiten sind mit wissenschaftlichen Methoden (vgl. Kap. 5.3) auf Erreichen der Pflege- und Entwicklungsziele hin zu überprüfen. Wird das Pflegeziel nicht erreicht, so ist zu

überprüfen, in welcher Weise die Pflege- und Entwicklungsverfahren zu modifizieren sind.

(18) Den Auswirkungen des Freizeitbetriebes Aufmerksamkeit schenken!

Die Begleiterscheinungen des Freizeitbetriebes (vgl. Kap. 2.3.3, S.133) sind aufmerksam zu verfolgen. Treten nachhaltige Schädigungen auf, so sind darauf abgestimmte Lenkungen, Gebote und Restriktionen vorzunehmen! In geringem Umfang können Trampelpfade eine strukturelle Bereicherung darstellen.

(19) Naturschutz-orientierte Nachfolge-Nutzung in großflächigen Sandabbaugebieten sicherstellen!

Überall dort, wo industrieller Sandabbau vorgenommen wird, ist darauf hinzuwirken, daß das Sandlager nicht bis zur Sohle abgebaut wird. Die Nachfolgenutzung sollte Naturschutz-orientiert sein, also Belassen der Offensand-Standorte, Gewährenlassen der Rasenbildung mit Pionier-Silbergrasrasen als Abfinglied der Sukzession, Ausschaltung von Freizeit-Störungen (z.B. Motocross), die empfindliche Tierarten vertreiben.

(20) Sandrasen-Lebensräume im Truppenübungsgebiete erhalten und fördern!

Die letzten großflächigen Sandrasen- und Offensanddünen-Gebiete Bayerns befinden sich innerhalb von Truppenübungsplätzen. Für das langfristige Überleben der Sandrasen-Lebensgemeinschaften in Bayern ist die Fortexistenz dieser Vorkommen unverzichtbar. In Zusammenarbeit mit der jeweiligen Standortkommandantur ist darauf hinzuwirken, daß unnötige Beeinträchtigungen vermieden werden und - soweit es die militärische Nutzung zuläßt - Förderungsmaßnahmen für die Sandrasen-Lebensräume vorgenommen werden.

(21) Sandrasen und für den Artenschutz hochwertige Sand-Kiefernwälder ggfs. als Naturschutzgebiete und als geschützte Landschaftsbestandteile ausweisen!

Sandrasen und für den Artenschutz hochwertige Sand-Kiefernwälder können beim Vorliegen entsprechender Voraussetzungen als Naturschutzgebiete nach Art. 7 BayNatSchG und als Landschaftsbestandteile nach Art. 12 BayNatSchG ausgewiesen werden. Bei der Schutzzweck-Bestimmung ist z.B. die Erhaltung und Förderung von Sandrasen, von offenen Sandwehen und Dünen und von Wintergrün-Kiefernwäldern hervorzuheben.

(22) Waldgebiete mit Sandrasen-Vorkommen nicht mit Bannwald-Verordnungen belegen!

Waldgebiete, innerhalb deren Sandrasen-Lebensräume, stillgelegte Sandgruben und dgl. vorkommen, sollten nicht mit Bannwald-Verordnungen belegt werden, da diese Verordnungen die Pflege von Offenlandbiotopen sehr erschweren (vgl. Kap. 1.11.3.2). In derartigen Fällen ist die Ausweisung als Landschaftsschutzgebiet vorzuziehen, das sowohl den Wald in verbessertem Maße vor Eingriffen (z.B. Straßenbau, Siedlungserweiterung) schützt als auch der Fortexistenz der offenen Sandstandorte innerhalb des Schutzgebietes nicht entgegengerichtet ist.

4.2 Allgemeines Handlungs- und Maßnahmenkonzept

(Bearbeitet von B. Quinger)

Das Allgemeine Handlungs- und Maßnahmenkonzept konkretisiert die vorstehenden Grundsätze zur Landschaftspflege der Sandrasen-Lebensräume. Die allgemeingültigen Aspekte der künftigen, für die Sandrasen-Lebensräume anzustrebenden Pflege und Entwicklung werden in diesem Teil des "Pflege- und Entwicklungskonzeptes" formuliert.

Zunächst werden im [Kapitel 4.2.1](#) die Pflege- und Entwicklungsziele sowie Leitbilder zur künftigen Gestaltung der Sandrasen-Lebensräume entworfen.

Anschließend werden im [Kapitel 4.2.2](#) zur Pflege der Sandrasen-Lebensräume kurz begründete Empfehlungen ausgesprochen, wobei das Schwergewicht den Pflegehinweisen gilt, die sich auf die Erhaltung des gesamten Lebensraumes beziehen ("Bestandespflege"). Darüber hinaus werden in diesem Kapitel Pflegehinweise vermittelt, die zur gezielten Förderung von ausgewählten Pflanzen- und Tierarten sowie von Pflanzengemeinschaften gedacht sind.

Die folgenden Kapitel enthalten Empfehlungen und konzeptionelle Anregungen zur Thematik "Pufferung und Erweiterung" ([Kap. 4.2.3](#), S. 205), "Wiederherstellung und Neuanlage" ([Kap. 4.2.4](#), S. 206), "Vernetzung und Biotop-Verbund" ([Kap. 4.2.5](#), S. 212), die sich aus den Schlußfolgerungen zu den gleichnamigen Kapiteln des Kapitels 2 dieses Bandes ergeben. Den Abschluß des "Allgemeinen Handlungs- und Maßnahmenkonzeptes" bildet eine Übersicht über erforderliche "Flankierende Maßnahmen" ([Kap. 4.2.6](#), S. 214) zur Pflege und Entwicklung der Sandrasen-Lebensräume.

4.2.1 Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele

Für die Sandrasen-Lebensräume lassen sich zahlreiche Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele formulieren, die eine generelle Bedeutung besitzen und sich auf die Mehrzahl der Sandrasen-Lebensräume anwenden lassen. Vorangestellt im [Kapitel 4.2.1.1](#) werden die Pflege- und Entwicklungsziele, die die Einlösung des Grundsatzes Nr.4 (vgl. [Kap. 4.1](#), S.167) gewährleisten sollen. Anschließend werden im [Kap. 4.2.1.2](#), S.173 allgemeingültige Pflege- und Entwicklungsziele besprochen, die sich aus visuell manifestierbaren Leitbildern herleiten.

4.2.1.1 Grundlegende, auf die Existenzsicherung der Sandrasen-Lebensräume hin abgestimmte Pflege- und Entwicklungsziele

A) Sandrasen i.e.S.

Die nachfolgend zusammengestellten Pflege- und Entwicklungsziele gelten den Sandrasenflächen i.e.S., nicht für Übergangszonen zu Nachbarbiotopen oder für Fläche für die von vorneherein ein Intermediär-Charakter zwischen Offenflächen und geschlossenem Wald vorgesehen ist (z.B. sehr

lockerer, lichtungsreicher Kiefernwald). Das Erreichen und Einhalten der Grund-Pflegeziele gewährleistet das Fortbestehen in einem intakten oder wenigstens in einem nur mäßig stark gestörten (nicht existenzbedrohenden) Zustand.

Grundpflegeziel Nr. 1: Als Richtwert für eine innere Gehölzbestockung, die zugelassen werden kann, ist von einem Verhältnis von 1: 10 bis 1: 20 zwischen überschirmten Flächen einerseits und nicht überschirmten Rasen- und Offensandflächen andererseits auszugehen! Ein Verhältnis von etwa 1: 4 darf keinesfalls überschritten werden, wenn der Offenlandcharakter nicht verloren gehen soll!

Erläuterung: Sandrasen-Lebensgemeinschaften sind stark lichtabhängig. Der extreme Licht- und Temperaturhaushalt der Sandrasen-Ökosysteme (vgl. Kap. 1.3.2) bildet eine wesentliche standörtliche Voraussetzung für die eigentümliche Pflanzen- und Tierwelt dieses Lebensraumtyps. Eine starke Rolle für die Prägung der Sandrasen-Lebensgemeinschaften spielen die äolischen Sandbewegungen (Kap. 1.3.5). Die Windgeschwindigkeiten werden mit zunehmender Bestockung herabgesetzt. Die Stärke der Windwirkung hängt von der Offenheit des Geländes ab.

Grundpflegeziel Nr. 2: Die Sandrasenflächen sollen von Verfäulungserscheinungen möglichst frei bleiben! Streufilzdecken dürfen allenfalls partiell auftreten und keinesfalls die Zwischenräume zwischen den Horsten und Rosetten der Sandrasen-Pflanzen völlig ausfüllen!

Erläuterung: Streufilzdecken beschleunigen die Humusbildung im Sandoberboden, so daß der Standortcharakter allmählich nivelliert wird. Insbesondere in reifen Sandrasen wird das Aufkommen produktiver Magerrasen-Generalisten wie *Agrostis tenuis* begünstigt (vgl. Kap. 2.2.1.2). Die spezifische Eigenart der Sandrasen geht bei zunehmender Verfäulung immer mehr verloren.

Grundpflegeziel Nr. 3: In Sandrasen sollten Eutrophierungszeiger nur mit sehr geringer Deckung auftreten. Als Schwellenwert, der einzuhalten bzw. bei Regeneration aufeutrophierter Flächen wieder zu erreichen ist, darf maximal eine Gesamtdeckung der Wirtschaftsgrünland-Arten von 5% angesetzt werden. Als anzustrebender Richtwert gilt eine Gesamtdeckung dieser Arten von 2% und darunter.

Erläuterung: Eutrophierung führt zur Erhöhung der Phytomasseproduktion, zum Schließen der Bestandeslücken und somit (verringerte Albedo!) zur Nivellierung des Bestandesklimas, so daß die Existenzbedingungen für xero-thermophile Organismen drastisch verschlechtert werden. Haben sich Pflanzenarten des Wirtschaftsgrünlands in Sandrasen erst einmal erfolgreich etablieren können, so genügen unter Umständen schon geringe weitere Aufdüngungen, um die angestammte Sandrasen-Vegetation durch die Vegetation des Wirtschaftsgrünlandes oder der Halbruderalrasen (AGROPYRETEA) zu verdrängen.

Grundpflegeziel Nr. 4: Die Sandrasen sollen eine gewisse Lückigkeit aufweisen, kleinflächige Sandbodenstellen in ihnen eingestreut sein! Intakte Sandrasen-Lebensräume müssen zudem auffällige Offensandstellen aufweisen!

Erläuterung: Offene Sandbodenstellen bilden die Voraussetzung für das Entstehen des Sandstrahlgebüses bei Wind. Diese Erscheinung begünstigt die darauf angepaßten Arten der Sandrasen-Lebensräume gegenüber sonst konkurrenzkräftigeren Arten. Von Offensandstellen nimmt die Sukzession der Sandrasen-Ökosysteme ihren Ausgang, die mit Pionier-Silbergrasrasen (Kap. 1.4.3.1) oder THERO-ALRION-Fluren (Kap. 1.4.3.4) einsetzt. Viele für Sandrasen-Ökosysteme spezifische Tierarten können dort nur solange existieren, als ihnen vegetationslose Sandflächen in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen (vgl. Kap. 1.5).

B) Artenreiche Sand-Kiefernwälder

In einem engen räumlichen, synökologischen und syndynamischen Kontext mit den Sandrasen i.e.S. stehen lichte Sand-Kiefernwälder auf nährstoff- und humusarmen Sand-Standorten. Für die Erhaltung dieser aus Artenschutzsicht hochwertigen Wälder gelten zwei Grund-Pflegeziele:

Grundpflegeziel Nr. 5: Dem Artenschutz dienende Sand-Kiefernwälder dürfen nur mäßig dicht bestockt sein und sollen zudem in der Bestockungsdichte variieren; kleine Lichtungen sollten vorhanden sein.

Erläuterungen: Hochwertige Tierarten wie Ziegenmelker und Rostbinde sowie Pflanzenarten wie das Doldige Winterlieb, die in Sand-Kiefernwäldern leben oder diese als essentiellen Teillebensraum nutzen, bevorzugen Waldrandbereiche und allenfalls halbgeschlossene Sand-Kiefernwälder.

Grundpflegeziel Nr. 6: Die Sand-Kiefernwälder, die Artenschutzfunktionen wahrnehmen sollen, müssen wenigstens teilweise offene Sandboden-Partien aufweisen! Keinesfalls dürfen durchgehende geschlossene Streufilzdecken vorhanden sein!

Erläuterung: Die heute extrem gefährdeten Sand-Kiefernwaldpflanzen wie das Doldige Winterlieb oder die Frühlings-Küchenschelle benötigen humusarme, nicht zu basenarme, allenfalls schwach saure Sand-Standorte. Bilden sich verdämmende Trockenmoder- oder Rohhumusdecken über den Sanden aus, geht der benötigte Standortcharakter für diese Arten verloren (vgl. Kap. 1.4.2).

4.2.1.2 Auf Leitbilder abgestimmte Pflege- und Entwicklungsziele

In diesem Kapitel werden die Leitbilder für die Gestaltung und Entwicklung der Sandrasen-Lebensräume entwickelt. Zugleich wird ausgeführt, welche Pflege- und Entwicklungsziele sich mit der jeweiligen Leitbild-Konzeption verbinden. Die in diesem Kapitel vorgestellten Leitbilder sind absichtlich allgemein gehalten, um nicht nur für ganz spezifische

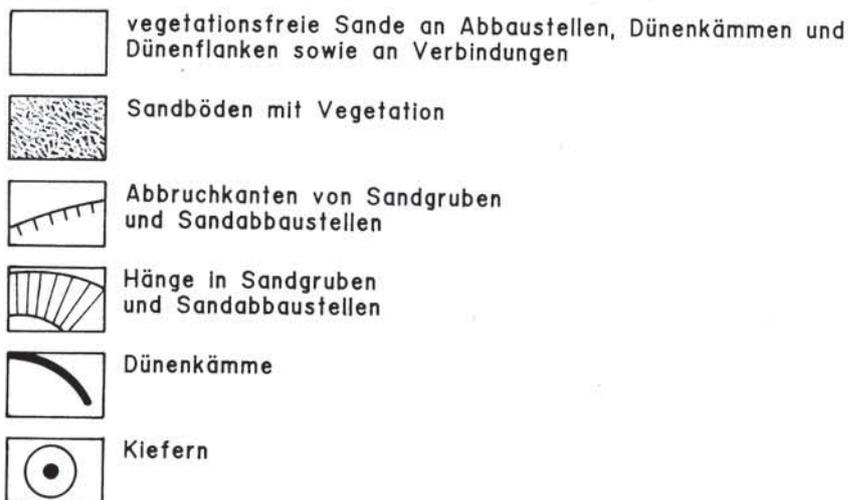
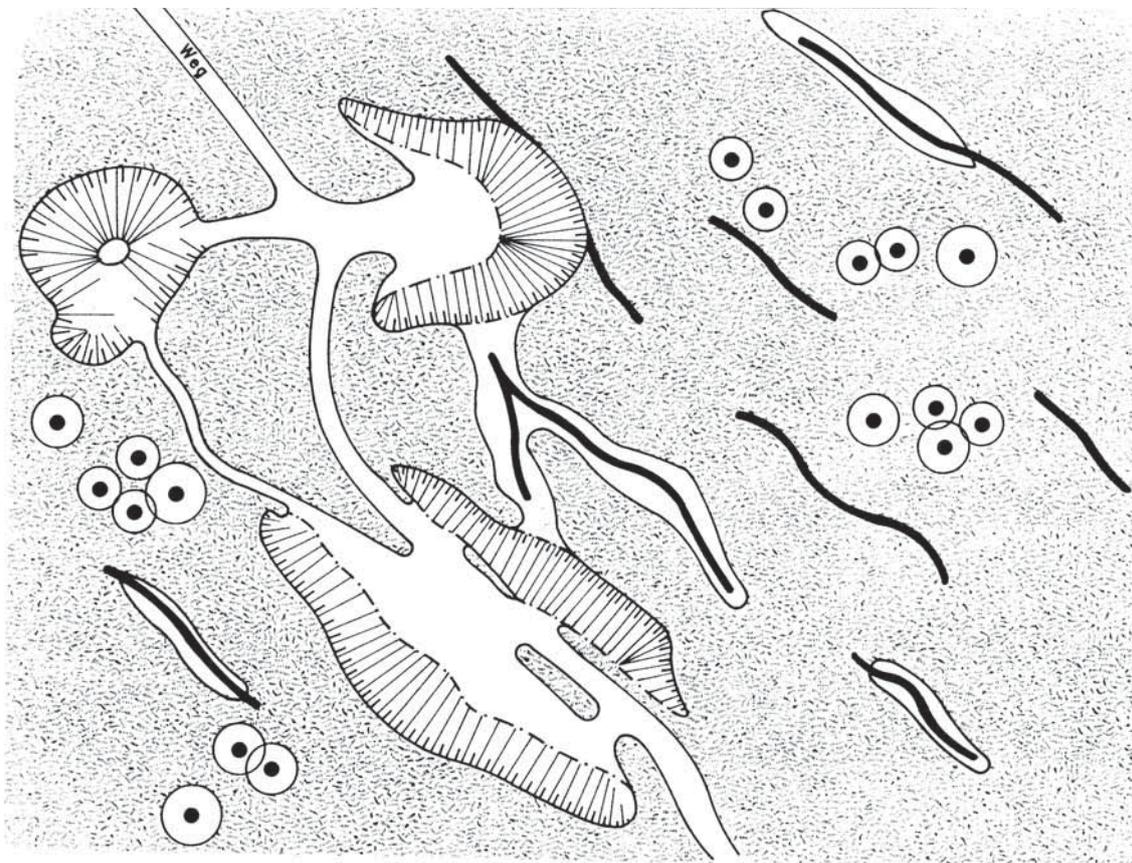


Abbildung 4/1

Zu Leitbild B: In einem Flugsandgebiet sind die vegetationsfreien Sandstellen einer Sandgrube (drei Abbaustellen an Böschungen) sowie unbeeinträchtigte Dünenrücken und Dünenflanken miteinander direkt verbunden. Vegetationsfreie Pfade und Wege verbessern die "innere" Vernetzung zwischen den Offensandstellen.

regionale oder lokale Konstellationen Gültigkeit zu besitzen. Die Leitbilder befassen sich

- zunächst mit der "inneren" Gestaltung der Sandrasen, Offensande und Sand-Kiefernwälder (Kap. 4.2.1.2.1, S.175);
- anschließend mit der Gestaltung des Kontakt- und Erweiterungsbereiches zu den Sandrasen-Lebensräumen (Kap. 4.2.1.2.2, S.176);
- und zuletzt mit dem Biotop-Verbund (Kap. 4.2.1.2.3, S.180).

4.2.1.2.1 Innere Gestaltung von Sandrasen, offenen Sandfluren und Sand-Kiefernwäldern

Bei der inneren Gestaltung der Sandrasen-Lebensräume kommt es darauf an, das Strukturtypen-Spektrum möglichst vollständig zu erhalten bzw. wieder entstehen zu lassen. Es umfaßt

- vegetationsfreie Sande;
- frühe Pionierrasen;
- reife, kryptogamenreiche Silbergrasfluren;
- Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen in unterschiedlicher Rasenschlußdichte;
- Solitäräume (Kiefer, Eiche, Hänge-Birke) und kleine Baumgruppen, die eine Zwergstrauch-, Ginster- oder Geißklee-Umsäumung aufweisen können.

Diese Strukturtypen stehen syndynamisch miteinander in einem engen Zusammenhang. Um sie komplett und in jeweils ausreichenden Flächengrößen in einem Sandrasen-Ökosystem unterzubringen, muß von einem Flächenbedarf von ca. 10 bis 15 Hektar ausgegangen werden, um den einzelnen Segmenten Areale von 2-3 Hektar zuzumessen, die als Mindestflächenbedarf von Magerrasen-bewohnenden Insektenarten wie etwa der Feldgrille angesehen werden können (vgl. hierzu Kap. 2.6.1.1). Für offene Sandrasen-Lebensräume, die das komplette Strukturtypen-Spektrum aufweisen sollen, ist es schon aus pragmatischen Gründen notwendig, derartige Größenordnungen anzustreben (vgl. Kap. 2.4.2 und 3.3). Erweiterungen der Sandrasen-Lebensräume sind heute schon deshalb unerlässlich, um eine an der Vegetations- und Standortsdynamik der offenen Sandrasen-Ökosysteme angepaßte Pflege- und Entwicklungsstrategie realisieren zu können.

A) Sandrasen-Lebensraum, Verteilung der Gehölze im Innern

(A) Leitbild:

Die Gehölze sind im Innern nicht gleichmäßig, sondern in einem Wechsel aus mehr oder weniger ausgedehnten Offensandflächen und Sandrasen mit Baumgruppen verteilt. Einzelne Solitäräume können vorhanden sein. Die Bäume präsentieren sich im Erscheinungsbild von Hutbäumen und kleinen Hutainen und betonen den angestammten Hudeland-schaftscharakter der Sandrasen-Lebensräume (s. Foto 7).

(A) Pflege- und Entwicklungsziele:

Ungleichmäßig-dichte Bestockungsformen mit hainartigen Agglomerationen und weitläufigen Kahlbereichen erzeugen in den Sandrasen-Lebensräumen spannungsreiche und optisch ansprechende Landschaftsbilder. Die breitkronigen Schirmkiefern stellen darüber hinaus Zeugnisse der Nutzungsgeschichte als Hutweiden dar. Der Wechsel in der Gerhölzbestockung begünstigt durch erhöhte Habitat- und Strukturdiversität die faunistische und floristische Reichhaltigkeit. Mit Rücksicht auf die Relief-eigenschaften des Geländes und auf die Nachbar-Lebensräume sollen die Sandrasen-Lebensräume mit dem Gesamtstruktur-Gefüge der Landschaft verschmolzen werden. Dieses Gesamt-Strukturgefüge ist keineswegs mit dem gegenwärtigen Status quo der Landschaft identisch, die ihrerseits als Gesamtheit zu entwickeln ist.

B) Vegetationsfreie Strukturen im Inneren von Sandrasen-Lebensräumen

(B) Leitbild:

In einem Sandrasen-Lebensraum sind vegetationsfreie Stellen an Dünenkämmen, Dünenrücken und Dünenflanken, an Terrassenkanten sowie an kleineren Abbaustellen wie Sandgruben oder an Böschungen angelegten Sandentnahmestellen ausgebildet. Über unbefestigte, korridorartige Pfade und Wege bestehen direkte Verbindungen zwischen den vegetationsfreien Stellen (s. Abb. 4/1, S. 174).

(B) Pflege- und Entwicklungsziele:

Der innere Verbund der vegetationsarmen und vegetationsfreien Stellen in Sandrasen-Lebensräumen soll Isolationseffekten und der Aufsplitterung von Populationen der Sandrasen-Rohbodenbewohner entgegenwirken. Um schwerwiegende Schädigungen noch bestehender Sandrasen-Reste zu vermeiden, muß das Angebot der zusätzlich benötigten vegetationsfreien Stellen auf Erweiterungsflächen gesucht und auch dort der Grundsatz Nr. 12 (vgl. Kap. 4.1, S.167) beachtet werden, unversehrte geomorphologische Strukturen, wie intakte Dünenbildungen, von Sandabschiebungen zur Neuschaffung von Pionier-Standorten auszunehmen.

C) Innere Struktur eines artenreichen Sand-Kiefernwaldes

(C) Leitbild:

Kiefernwald auf Sandboden mit nur mäßig dichter Bestockung. Der Kronenraum ist nur partiell geschlossen, es sind größere Lichtungen in dem Kiefernwald integriert, auf denen kleinflächig Sandrasen vorkommen. Der Waldboden weist keine geschlossenen Trockenmoder- oder Rohhumusdecken auf; vielmehr sind reichlich größere Flecken eingestreut, auf denen ein humusarmer, allenfalls schwach saurer Sandboden ansteht (Abb. 4/2, S. 176).

(C) Pflege- und Entwicklungsziele:

Die Abräumung der Nadelstreu- und Rohhumusauflagen bis zum Mineralsandboden in Teilbereichen

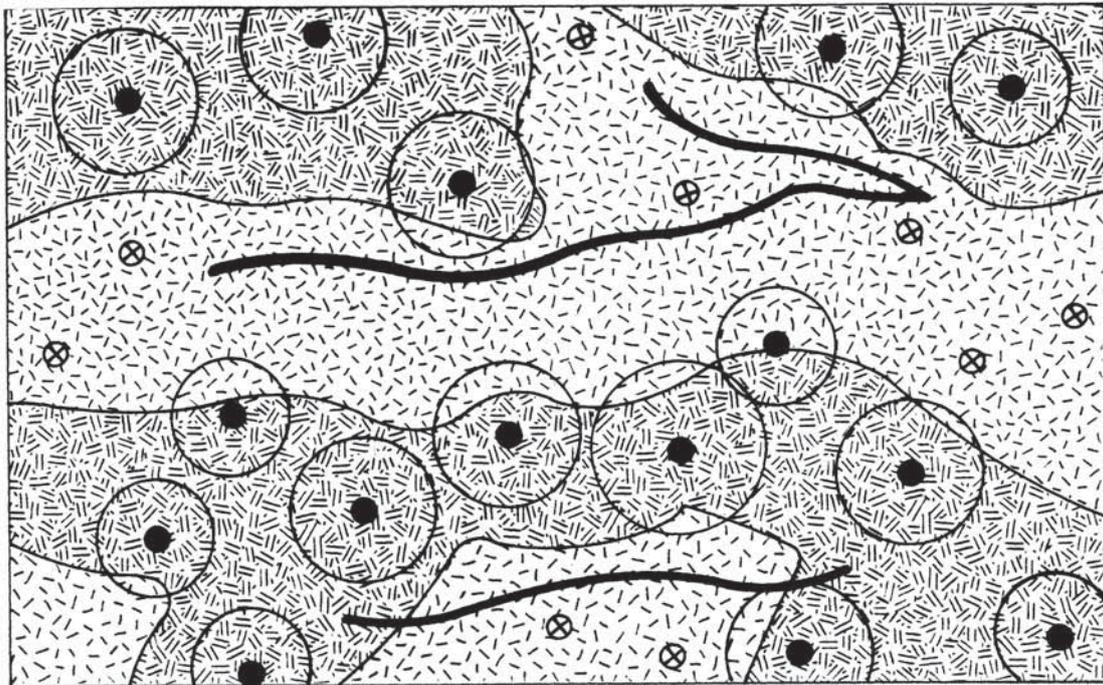
fördert Sand-Kiefernwaldarten humusarmer, mineralstoffreicher und nicht zu saurer Sandböden wie das Doldige Winterlieb oder die Frühlings-Küchenschelle (vgl. Kap. 1.4.2). Auf den Standorten mit cm-mächtigen Rohhumus- und Moderhumusauflagen herrschen *Vaccinium*-Arten, *Calluna vulgaris* und azidophile Moosarten wie *Dicranum scoparium* oder *Pleurozium schreberi* vor.

Die in Verbindung mit der Nadelstreu- und Humusdecken-Abräumung vorgenommene Auflichtung des Kiefernwaldes soll die Halbschattarten begünstigen, denen die Charakterarten des Wintergrün-Kiefernwaldes (vgl. Kap. 1.4.3.7.1) zuzurechnen sind. Zugleich soll die Teillauflichtung die Nutzbarkeit und Besiedelbarkeit des Sand-Kiefernwaldes für Tierarten wie Ziegenmelker, Kreuzotter oder Rost-

binde (*Hipparchia semele*) verbessern. Kreuzotter und Ziegenmelker profitieren ebenfalls von einem erhöhten Angebot aus blanken, halbbesonnten Sand(roh)boden-Standorten, wobei dies besonders für die Waldrandzonen gilt.

4.2.1.2.2 Gestaltung der Rand- und Erweiterungs-zonen von Sandrasen und Sand-Kiefernwäldern

Es gehört zu den zentralen Gestaltungszielen der Landschaftspflege zu den Sandrasen-Lebensräumen, zwischen Sandrasen i.e.S., Sand-Kiefernwäldern und Sand-Äckern für möglichst günstige Übergangsstrukturen zu sorgen. Die Schaffung (bzw. Erhaltung) langgezogener Ökotope, die strukturelle



Dünenkämme



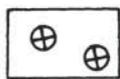
Trockenmoder- und Rohhumus-Auflagen



Kiefern



humusarme Sandböden mit Winterliebgewächsen, an lichten Stellen mit Sandrasen-Arten



Kiefernstümpfe

Abbildung 4/2

Zu Leitbild C: Sand-Kiefernwald, der ausgelichtet wurde und in dem die Rohhumus- und Trockenmoderauflagen teilweise abgeräumt, teilweise auch an Ort und Stelle belassen wurden. Die abgeräumten Stellen werden von den Charakterarten des Wintergrün-Kiefernwaldes, die Stellen mit den Humushorizonten von den azidophilen Arten des Gabelzahnmoos-Kiefernwaldes besiedelt.

Annäherung an den Nahtstellen (vgl. Kap. 2.6.3), die Bevorzugung von Limes divergens- gegenüber Limes convergens-Strukturen bilden generelle Pflege- und Entwicklungsziele im Rand- und Erweiterungsbereich von Sandrasen.

Wegen der Kleinheit der heutigen Sandrasen-Lebensräume im engeren Sinn, sind heute für fast alle Sandrasen-Lebensräume Bayerns Erweiterungen der Standort- und Habitat-Typen notwendig, die den Sandrasen-Organismen Lebensmöglichkeiten bieten.

- Erweiterung und Vorstoß in angrenzende Sand-Kiefern-Aufforstungen,
- Stilllegung und sandrasengerechte Entwicklung von benachbarten Sand-Äckern,
- Integration von Sand-Abbaugebieten in Sandrasen-Schutz- und Förderungsgebiete,

bieten die besten Chancen, für Sandrasenarten neuen Lebensraum hinzuzugewinnen. Fallbeispiele hierzu werden an den nachfolgenden Leitbildern konkretisiert.

D) Übergang Sandrasen/Sand-Kiefernwald

(D) Leitbild:

Richtig:

Limes divergens-Struktur: Der Zonationskomplex offene Sandstellen / Saumvegetation / Ginstergebüsch und Zwergstrauchheiden / Kiefernwald ist als

kleinteiliges, grenzlinienreiches, schon physiognomisch netzartig verwobenes Gefüge entwickelt. Die Struktur erster Ordnung "Zonationskomplex" wird von der Struktur zweiter Ordnung "mosaik-artige Kleinstrukturen" unterlagert (Abb. 4/3).

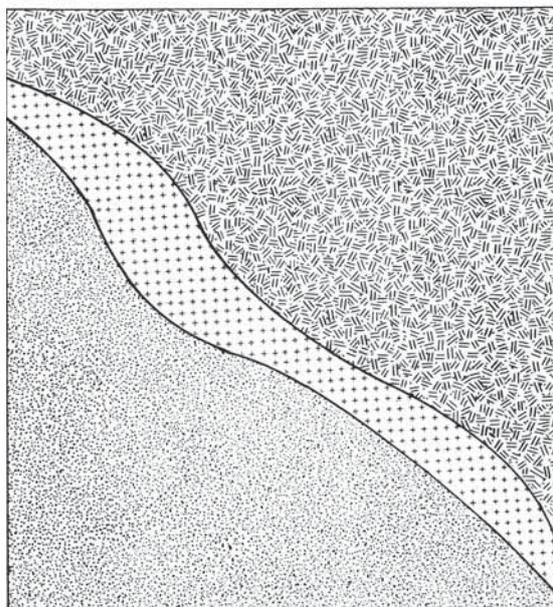
Falsch:

Limes convergens-Struktur: Die Zonationsstruktur ist als scharfer Gradient ausgebildet (man fühlt sich an die Insel/Meer-Grenze erinnert, vgl. Kap. 2.6.1.1), die Überlagerung durch mosaikartige Kleinstrukturen fehlt völlig.

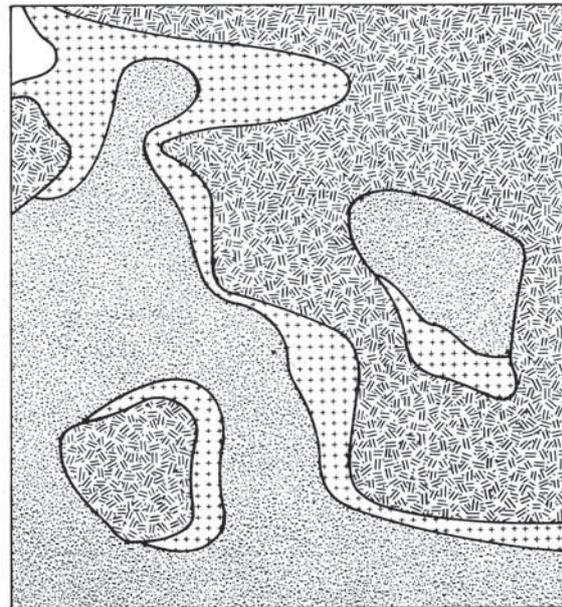
(D) Pflege- und Entwicklungsziele:

Die "Limes divergens-Struktur" liefert bessere Vernetzungs-Voraussetzungen zwischen zwei benachbarten Biotop-Typen als die "Limes convergens-Struktur". In unserem Beispiel "wandern" Sandrasen-Fragmente in den Kiefernwald hinein, umgekehrt stoßen Kiefernwald-Absprengsel in Form von kleinen Baumgruppen oder Solitäräumen in die offenen Biotope vor. "Limes divergens-Strukturen" erleichtern den Organismen-Austausch, der bei "Limes convergens-Struktur" stark reduziert sein kann, wenn beispielsweise zwischen Sandrasen und Sand-Kiefernwäldern geschlossene Strauchmäntel (Besenginster) eingeschoben sind. Im Unterschied zu markant ausgeprägten "Limes convergens-Strukturen" lassen "Limes divergens-Strukturen" eigene Lebensraumqualitäten entstehen, die zahlreichen Organismen erst eine Besiedlung ermöglichen.

falsch



richtig



Kiefernwald



Zwergstrauchheiden,
Ginstergebüsch



Sandrasen,
Offensande

Abbildung 4/3

Zu Leitbild D: Bildpaar zu Limes divergens- und Limes convergens-Struktur im Übergangsgefüge Sandrasen und offene Sandfluren/Zwergstrauchheiden und Ginstergebüsch/Sand-Kiefernwälder. Links eine Limes convergens-, rechts eine Limes divergens-Struktur.

Reich gegliederte, in sich gekammerte Waldrandbereiche erleichtern Revierbildungen bei verschiedenen Tierarten (z.B. Vögel) und lassen höhere Besiedlungsdichten zu.

Die Vernetzungswirkung zwischen Sandrasen i.e.S. und Sand-Kiefernwäldern kommt allerdings nur voll zur Wirkung, wenn die Kiefernwälder im Bestandesinnern allenfalls eine halbgeschlossene Bestandesstruktur aufweisen wie sie das Leitbild C zeigt. Häufig empfiehlt es sich, aus Artenschutzsicht wertlose Kiefernforsten, die an Sandrasen angrenzen, zurückzusetzen und den Sandrasen-Lebensraum zu erweitern.

E) Erweiterung der offenen Sandrasen-Areale in Kiefernforsten

(E) Leitbild:

Zur Erweiterung eines Sandrasen-Gebietes ist auf der Luv-Seite ein Kiefernwald auf im Durchschnitt ca. 10-fache Windstreifenhöhe abgeräumt worden. Einige keilartige Vertiefungen reichen bis auf 15-fache Windstreifenhöhe (= bei einem 20 Meter hohen Kiefernwald ca. 300 Meter weit) in den Kiefernwald hinein. Die Randbereiche der Forsten sind aufgelichtet worden; dies gilt insbesondere für die verbliebenen Waldsporne, die in das vergrößerte Sandrasengebiet hineinragen. Dieses Leitbild gilt nur für fachlich gut begründbare Einzelfälle.

(E) Pflege- und Entwicklungsziele:

Die Abräumung des Kiefernwaldes verfolgt zunächst einmal den Zweck, das Sandrasen-Restgebiet wieder zu erweitern. Die Öffnung des Kiefernwaldes in Richtung Luv-Seite geschieht, um das Sandrasengebiet stärkerer Bewindung auszusetzen und somit die für Sandrasen-Ökosysteme typische Standortkomponente, das "Sandstrahlgebläse", wieder stärker zur Geltung zu bringen. Höhere Windgeschwindigkeiten und ein verstärktes Niedergehen von Verwirbelungen (vgl. Kap. 2.1.2.5) erzeugen neue Sand-Anrisse und Sand-Aufwehungen, so daß der Sandrasen-Pionier-Vegetation neue Standorte und den sandnistenden Insektenarten wie z.B. den Sandbienen (vgl. Kap. 1.5.2.3.3) neue Bruthabitate angeboten werden. Auf den neuerzeugten Pionierstellen kann die Sukzession erneut ansetzen. Insgesamt wird durch verstärkte Bewindung der Flächenanteil an vegetationsfreien Sandstellen und Pionierrasenstellen vergrößert, so daß Offensandbewohner wie zum Beispiel die blauflügeligen Heuschrecken von einer solchen Maßnahme begünstigt werden. Die Auflichtung der neuen Waldrandbereiche ein Stück Kiefernwald-einwärts geschieht, um eine günstigere Übergangsstruktur zwischen den offenen Sandbiotopen und den Kiefernwäldern zu schaffen (vgl. Leitbild D, Abb. 4/4, S. 179).

F) Erweiterung von Sandrasen in Sandackergelände

(F) Leitbild:

Ein Sandrasen wird in ein angrenzendes Sandackergebiet hinein erweitert. Das Sandackergebiet wird

teilweise oberflächlich abgeschoben, wobei darauf geachtet wird, daß die Abschiebestellen miteinander in engem Kontakt stehen und die direkte Verbindung zum alten Sandrasen-Areal hergestellt wird. Auf der Hauptfläche der stillgelegten Sandäcker unterbleiben Abschiebungen. Zur Ackerseite hin wird das Erweiterungsareal von einer Pufferzone umgeben, die zur Nachtpferch für Schafe genutzt werden kann. Das Erweiterungsareal ist insgesamt so groß, daß das Gesamtgebiet im Hüteschafverfahren beweidet werden kann. Auf dem stillgelegten Sandackergelände wird an einigen ausgewählten Standorten ebenfalls gelegentlich gepfercht. An diesen Stellen wachsen mesotraphente ONOPORDIETALIA-Arten (Abb. 4/5, S. 180).

(F) Pflege- und Entwicklungsziele:

Die Erweiterung in das leeseitige Sandacker-Areal hinein bietet infolge der nun verfügbaren Flächen die Chance, die Schafbeweidung und somit die traditionelle, bestandesprägende Nutzungsform wieder aufzunehmen. Die Schafe werden nachts zumeist in der Pufferzone gepfercht. Gelegentlich wird auch innerhalb des Sandackerbrachengeländes gepfercht, um auf den etwas eutrophierten Stellen Sand-Ruderalpflanzen wie *Carduus*-Arten, *Onopordum acanthium*, *Berteroa incana*, *Rumex thyrsiflorus*, *Malva*-Arten, *Hypericum perforatum* u. dgl. (vgl. Kap. 1.4.3.6) zu fördern, die als Nahrungspflanzen für Sand-Wildbienen (vgl. Kap. 1.5.2.3.3) unverzichtbar sind. Die Abschiebestellen sollen einen Teil der Nährstoffvorräte im Boden entfernen und möglichst rasch die Entstehung lückiger Silbergras-Pionierfluren zulassen. Durch Abschiebungen werden zugleich Restvorkommen der blauflügeligen Heuschrecken begünstigt.

G) Komplex Sandrasen, Sand-Kiefernwald und Sandgrube

(G) Leitbild:

Ein Komplex aus Sandrasen, Wintergrün-Kiefernwäldern und Sandabbau-Stellen weist folgendes Komplexgefüge auf (Abb. 4/6, S. 182, und Abb. 4/7, S. 183):

- Die Sandgrubenhänge sind überwiegend flachgeneigt, weisen jedoch auch einzelne Versteilungen und einige senkrechte Abbruchkanten auf. An ihnen herrschen Silbergras-Bestände und blanke Sandstellen vor.
- Der Sandgrubenboden ist unterschiedlich tief; es sind daher sowohl temporäre als auch beständige Tümpel vorhanden. An den temporären Tümpeln gedeihen Teichboden-Zwergbinsengesellschaften (NANOCYPERION), in den beständigen Tümpeln Röhricht- und Seggenbestände.
- Auf dem Plateau sind offene Sandstellen und kleinflächige Sandrasen entwickelt, ansonsten dominieren lichte Sand-Kiefernwälder (z.B. Wintergrün-Kiefernwälder), die nach dem Leitbild C (S. 176) behandelt werden.

(G) Pflege- und Entwicklungsziele:

Komplexbiotope wie im Leitbild beschrieben und abgebildet, sind ideale Lebensräume für Tierarten,

die als Biotopkomplex-Bewohner auf das enge räumliche Nebeneinander unterschiedlicher Lebensräume wie Sandrasen einerseits und permanente und temporäre Kleingewässer andererseits angewiesen sind. Insbesondere die Knoblauchkröte, die einen besonderen Vorkommensschwerpunkt in den Sandgebieten hat (vgl. Kap. 1.5.2.2), profitiert von derartigen Biotop-Konstellationen. Die Anlage temporärer Feucht- und Naßstandorte auf nährstoffarmen Sanden bietet zudem die Chance, Teichboden-

arten wie dem Zwergflachs (*Radiola linoides*) und der Kopf-Binse (*Juncus capitatus*) neue Wuchsorte zu verschaffen. Wichtig für die Wirksamkeit des Komplexgefüges ist es, die Entwicklung der Kiefernwälder auf den Plateauflächen im Auge zu behalten. Sie sollen licht sein und möglichst viele blanke Sandstellen aufweisen, damit sie als (Teil)Lebensräume für Tier- und Pflanzenarten der Sandlebensräume in Frage kommen (vgl. Kap. 4.2.1.2.1, S.175, Punkt C).

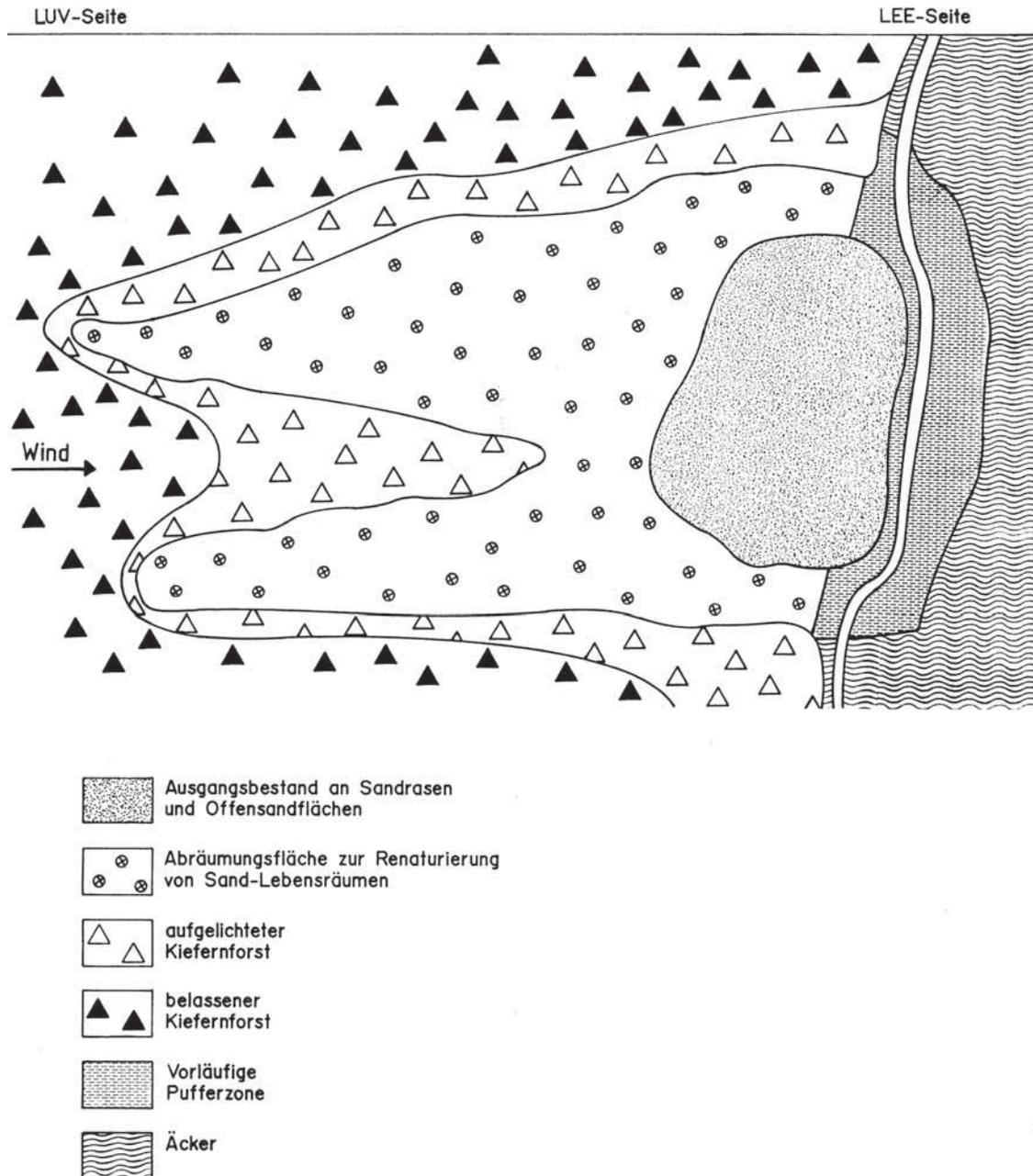


Abbildung 4/4

Zu Leitbild E: Ein Sandrasen-Gebiet ist durch Abräumung eines Kiefernwaldes zur Luv-Seite hin stark erweitert worden. Zwei Abräumungskeile ragen tief in den Kiefernwald hinein. Die an die Abräumungsflächen angrenzenden Kiefernwälder sind stark aufgelichtet worden. Dies gilt insbesondere für den Kiefernwaldsporn, der in das erweiterte Sandrasen-Gebiet noch hineinragt. An der Lee-Seite des Sandrasen-Gebietes, die von agrarisch genutzten Flächen eingenommen wird, ist eine Pufferzone eingerichtet worden.

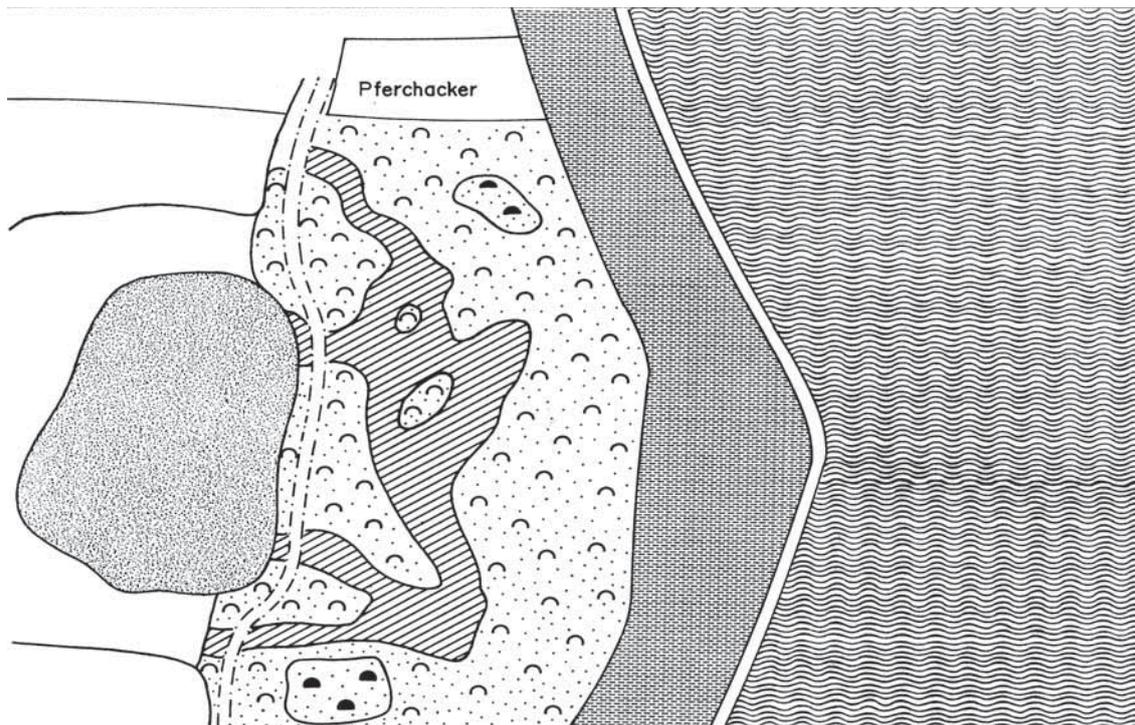
4.2.1.2.3 Gestaltung von Sandrasen-Verbund-Strukturen

Für den Verbund von Sandrasen kommt heute zumindest regional den Leitungsstrassen die wohl größte Bedeutung zu. Als Breitband-Linearbiotope können sie Korridorfunktionen für weit voneinander entfernt liegende Sandrasen-Ökosysteme wahrnehmen.

Ihre Breite läßt für die Sandrasen-Bildung und Sandrasen-Gestaltung weit mehr Spielräume offen als

es schmale Linear-Biotope vermögen. Prinzipiell kann dieselbe Funktion ebensogut auch von analog strukturierten Schneisen durch Sand-Kiefernwälder wahrgenommen werden.

Die Anlage mehrere hundert Meter oder sogar Kilometer-langer Schneisen wird sich allerdings, um Sandrasen-Lebensräume miteinander zu verbinden, in der Praxis nur selten und in fachlich gut begründbaren Einzelfällen verwirklichen lassen. Wichtige Korridor-Biotope für den Sandrasen-Verbund stellen darüber hinaus sandrasen-freundlich strukturier-



-  Pferchstelle im brachgelegten Sandacker
-  brachgelegter Sandacker
-  Ausgangsbestand an Sandrasen und Offensandflächen
-  abgeschobene Stellen auf Sand
-  brachgelegter Wirtschaftsweg
-  neue Pufferzone
-  Äcker

Abbildung 4/5

Zu Leitbild F: Das im Leitbild E auf der Kiefernforst-Seite erweiterte Sandrasen-Gebiet wird nun in einem zweiten Schritt auch zur Ackerseite hin vergrößert. Der alte Wirtschaftsweg wird stillgelegt und nun noch als Triebweg genutzt. Das leeseitig vom "alten Sandrasengebiet" liegende Sandrasenareal wird stillgelegt, teilweise abgeschoben und anschließend durch Schafe beweidet. In der neuen Pufferungszone sind Pferchplätze eingerichtet.

te Kiefernwaldränder (Leitbild C und D), Sandacker-Brachen und brachegelegte Randstreifen von Sandäckern dar.

H) Strom-Leitungstrassen als verbindender Korridor-Biotop zwischen Sandrasen durch einen Sand-Kiefernforst

(H) Leitbild (gemeinsam mit dem LPK-Band II. 16 "Leitungstrassen"):

Auf der Leitungstrasse werden die Anteile der offenen Sandflächen, Silbergrasfluren, Sand-Flechtenheiden möglichst groß gehalten. Sie sind zusammenhängend, korridor-artig angeordnet und bilden ein ununterbrochenes Band von wechselnder Breite, das von einem zum benachbarten Sandrasen-Lebensraum verläuft. Sandabwehungen und Ausblansungsstellen sind nicht befestigt oder bepflanzt, auf der Trasse sind flache Sandabbaustellen angelegt worden.

Die Sand-Kiefernwald-Bestände sind an den Schneisenrändern soweit zurückgesetzt, daß das Sandrasen- und Sandflurband in der Mitte wenigstens zeitweise von der Sonne beschienen wird. Die Kiefernwaldränder sind unregelmäßig gegliedert und zeigen eine "Limes divergens-Struktur" (vgl. Kap. 4.2.1.2.2, Leitbild D, S. 176). Im Trassen-Innenraum sind - soweit sie die Sicherheit nicht beeinträchtigen - stabile Kiefernüberhälter einzeln und gruppenweise stehen geblieben.

Schneisen, die durch Sand-Kiefernwälderpartien angelegt werden und Vernetzungsfunktionen für Sandrasenrasen-Organismen wahrnehmen sollen, sind ebenso wie die Stromleitungstrassen strukturiert (Abb. 4/8, S. 184, und 4/9, S. 185).

(H) Pflege- und Entwicklungsziele:

Über Sandrasen-, Offensand- und Sandheidebiotope in Sandkiefernforst-Stromleitungstrassen soll der Verbund von Sandrasen-Resten geknüpft werden, die in räumlicher Nähe von Stromtrassen liegen. Ein großer Teil der Sandrasen-Arten kann die Leitungstrassen als Hauptlebensraum nutzen, so daß sich die Bedeutung der Trasse nicht auf die Funktion eines Migrationsbiotops reduziert. Vernetzungswirkungen können über Stromleitungstrassen durch Sand-Kiefernwälder vor allem für solche Tier- und Pflanzenarten erzielt werden, die Sandrasen-Lebensräume in den Randzonen zu Kiefernwäldern besiedeln wie beispielsweise der Ziegenmelker (vgl. Kap. 1.5.2.1).

I) Verbund-wirksame Gestaltung von Kontaktzonen Sand-Kiefernwald / Sandacker

(I) Leitbild:

Eine Übergangszone Waldrand/Sandacker, die zwei Sandrasen (bzw. Sandgruben mit Sandrasen-Vegetation) miteinander verbinden soll, ist so angelegt, daß sie als Besiedlungs- und Transportband für Sandrasen-Organismen in Frage kommt und als Korridor-Biotop fungieren kann. Der Kiefernwald ist etwa 10 Meter zurückgesetzt, nach innen aufgelichtet und als "Limes divergens" (vgl. Leitbild D)

strukturiert worden. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Acker auf 20 bis 25 Meter Breite aus der intensiven Nutzung herausgenommen worden. An der Ackerrandseite ist dieser Streifen als Pufferzone angelegt, die ehemalige Waldrandseite des Ackers wird sandrasenartig entwickelt (Abb. 4/10, S. 186). Dieses Leitbild gilt nur für fachlich gut begründbare Einzelfälle.

(I) Pflege- und Entwicklungsziele:

Die im Leitbild I beschriebene Strukturierung von einem Sand-Kiefernwald zu einem Ackergelände soll die Eignung des Waldrandes als Korridor-Biotop für Sandrasen-Organismen wesentlich verbessern. Auf dem etwa 20 Meter breiten, neugeschaffenen Streifen können sich Sandrasen-Flecken, kleinflächig auch Sandwehen und Sandausblasungen bilden. Auf den ehemaligen Kiefernwald-Standorten ("Kiefernwald-Sandrasen-Streifen") werden mit den Arten der Zwergstrauchheiden und der Sand-Kiefernwald-Randzonen andere Arten begünstigt als auf dem "Acker-Sandrasen-Streifen", auf dem oligotrophente Sand-Ackerwildkräuter wie der Lämmeralat (*Arnoseris minima*) (vgl. Kap. 1.4.2) sich in besonderem Maße einfinden. Auf den abgeräumten Kiefernwaldstandorten werden die Habitatansprüche von Tierarten wie des Ziegenmelkers befriedigt, während der "Acker-Sandrasenstreifen" eher den Brachpieper oder Offensand-Insekten wie die blauflügeligen Heuschrecken anspricht. Der wenigstens 10 Meter breite Pufferstreifen zum Acker hin soll sicherstellen, daß der laterale Nährstoffeintrag in den Acker-Sandrasen-Randstreifen unterbleibt ("Extensivierungszone" um Biotop-Verbund-System, vgl. Kap. 2.6.4.1).

K) Biotop-Verbund von Sandrasen-Ökosystemen über eine Stromleitungstrasse, über Schneisen, sandrasenfreundlich strukturierte Kiefernwaldränder und Sandackerbrachen-Randstreifen.

(K) Leitbild:

Der Verbund zweier Sandrasen-Ökosysteme A und B geschieht über eine Stromleitungstrasse (vgl. Leitbild H). Der Anschluß der Sandrasen-Ökosysteme an die Trasse ist über zwei Schneisen hergestellt, die dieselbe Strukturierung wie die Stromleitungstrasse aufweisen. Ein drittes Sandrasen-Ökosystem C, das ebenso wie A am Waldrand liegt, wird mit diesem über ein Sandrasen-Band verbunden, das entlang des Waldrandes verläuft. Dieses Sandrasenband ist durch Zurücksetzen des Kiefernwaldrandes (inkl. Entfernung der Kiefernwaldstreu) und durch Stilllegung eines unmittelbar benachbarten Sandackerstreifens geschaffen worden (vgl. Leitbild I). Der Verbund zwischen den Sandrasen-Ökosystemen B und C erfolgt zunächst über eine Schneise, anschließend entlang des Waldrandes analog wie zwischen A und C. Alle drei Sandrasen-Ökosysteme sind erweitert worden. Das vom Kiefernforst umgebene Sandrasen-Ökosystem B ist auf der Luv-Seite durch Abräumungen des Kiefernwaldes erweitert worden (vgl. Leitbild E), die Sandrasen-Ökosysteme A und B haben vor allem auf der Sandackerseite

(vgl. Leitbild G) an Terrain hinzugewonnen (Abb. 4/11, S. 187).

(K) Pflege- und Entwicklungsziele:

Die Verbindung dreier Sandrasen-Ökosysteme über eine Stromleitungstrasse, über Schneisen, über sandrasen-freundlich strukturierte Kiefernwaldränder und Sandacker-Brachestreifen mildert die Verinselung zwischen den drei Sandrasen-Ökosystemen erheblich und beseitigt für zahlreiche Sandrasen-Organismen die Isolationsbarrieren. Die Erweiterung der drei Sandrasen-Ökosysteme verbessert ihre Eignung als Dauerlebensräume (vgl. Kap. 2.6.1.1) für zahlreiche Sandrasen-Organismen. Die Vergrößerung dieser Sandrasen-Ökosysteme und die verbesserte gegenseitige (oder wiederhergestellte) Vernetzung erhöhen die Chancen für verschiedene

Sandrasen-Organismen, in dem vorliegenden Gesamtgebiet dauerhaft zu überleben.

4.2.2 Pflegemaßnahmen

Dieses Kapitel gibt Hinweise und Empfehlungen zur Pflege der Sandrasen-Lebensräume. Das erste Kapitel (Kap. 4.2.2.1, S.186) gilt der Bestandespflege von Sandrasen-Ökosystemen und lichter Sand-Kiefernwäldern. Das zweite Kapitel (Kap. 4.2.2.2, S.197) widmet sich der gezielten Pflege ausgewählter Pflanzen- und Tierarten. Das dritte Kapitel (Kap. 4.2.2.3, S.203) vermittelt schließlich Pflegeempfehlungen zu den im Kapitel 1.4.3 besprochenen Pflanzengemeinschaften.

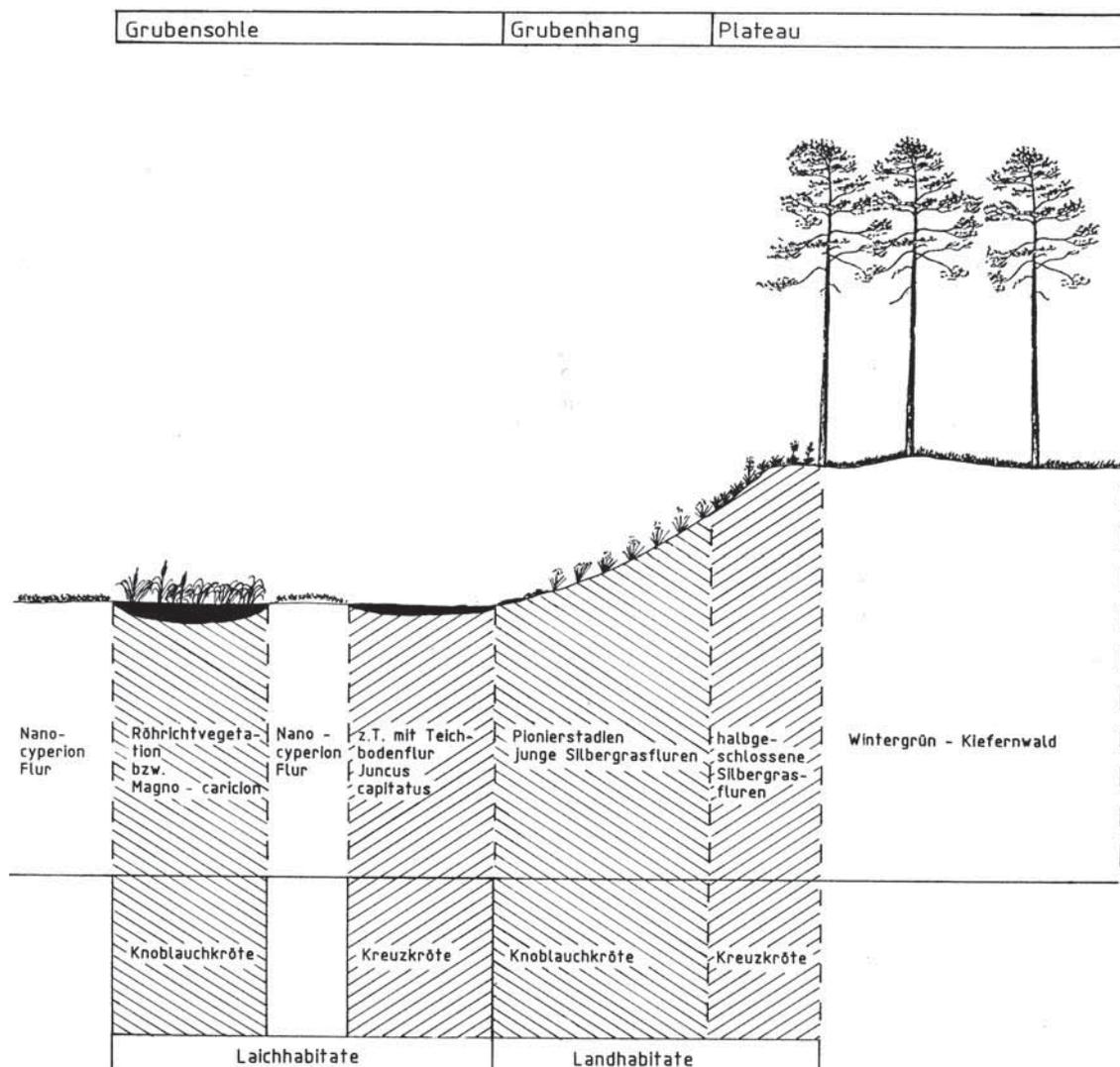
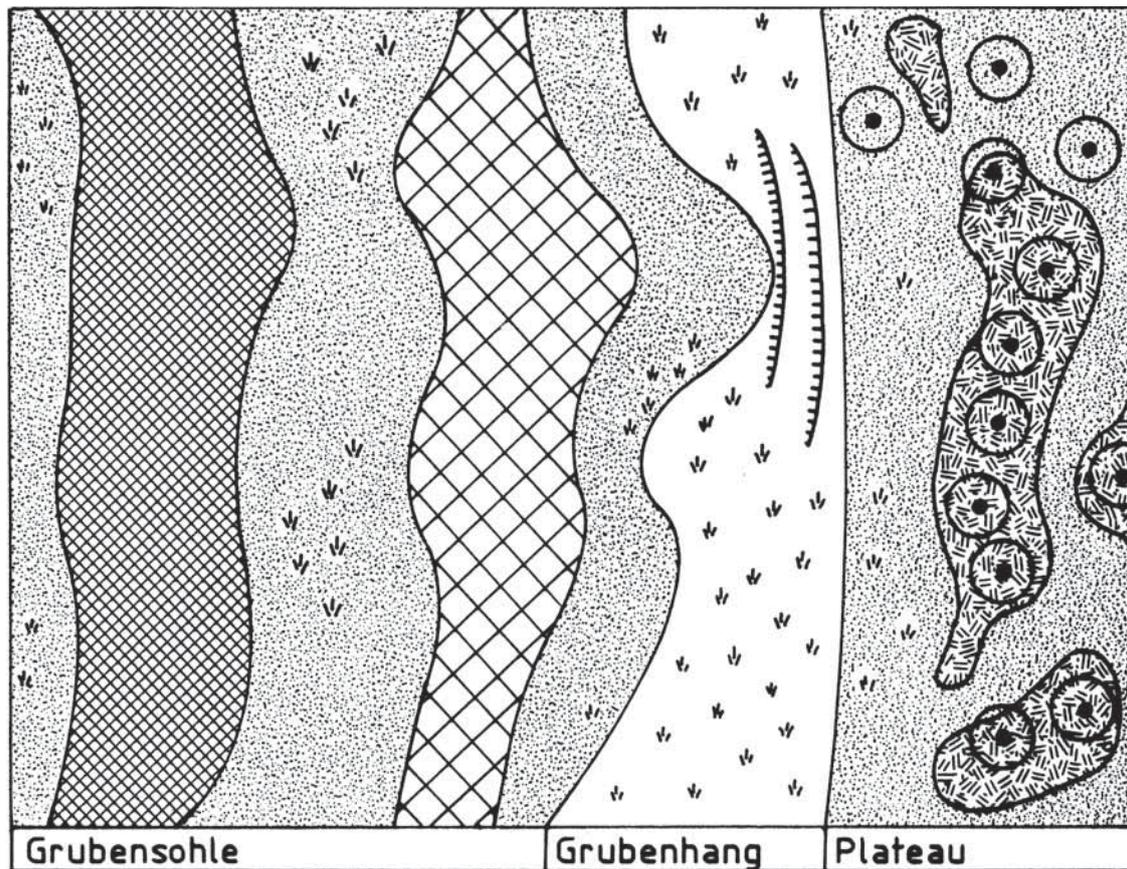


Abbildung 4/6

Zu Leitbild G: Biotopkomplex aus Sandrasen, Wintergrün-Kiefernwäldern und Sandgruben mit temporären und beständigen Tümpeln. Ideal sind derartige Biotopkomplexe für Amphibienarten wie Knoblauchkröte und Kreuzkröte, die die Tümpel als Laichhabitate und die Sandfluren, Sandrasen und lichten Sand-Kiefernwälder als Landhabitate nutzen.



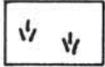
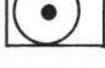
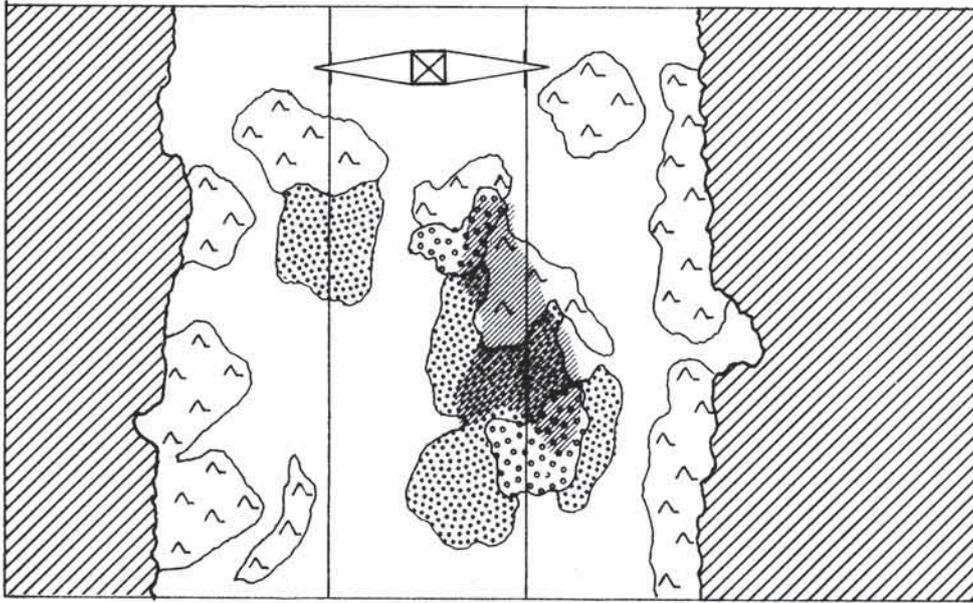
-  Sandflächen
-  Silbergrasfluren
-  beständiger Tümpel
-  temporärer Tümpel
-  Kiefern-Nadelstreu
-  Kiefer
-  senkrechte Abbruchkante im Grubenhang

Abbildung 4/7

Zu Leitbild G: Derselbe Biotopkomplex im Aufsichtsprüfil. Die Grubenhangbreite und die Grubenhangneigung variieren erheblich; es sind einzelne senkrechte Abbruchkanten vorhanden, in denen Wildbienen nisten können. Die temporären und beständigen Tümpel zeichnen sich ebenfalls durch wechselnde Breitenausdehnung aus.

VORHER



NACHHER

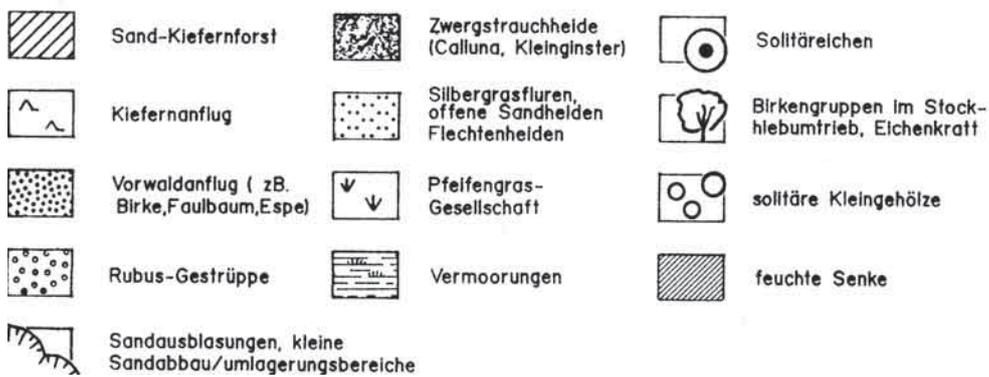
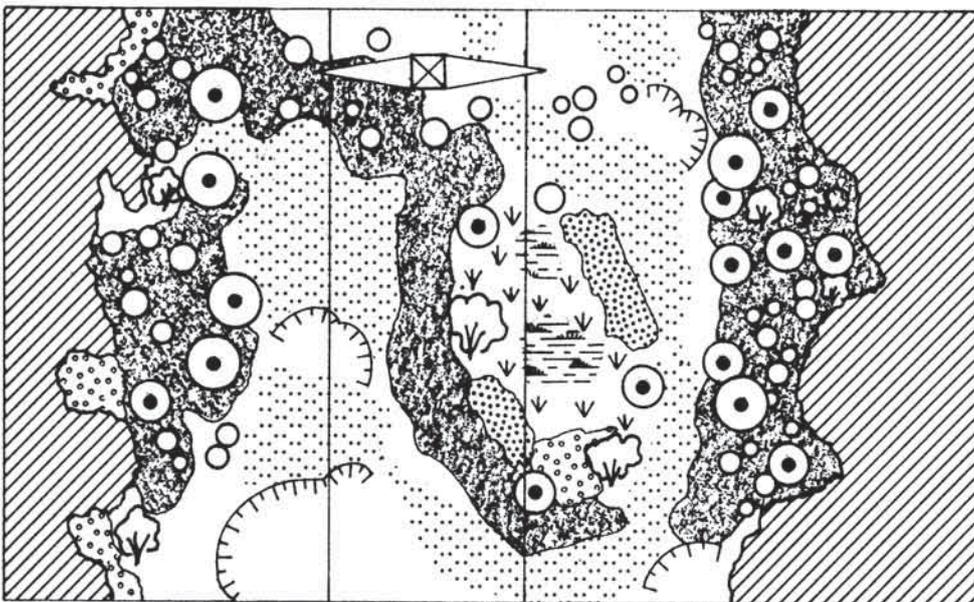
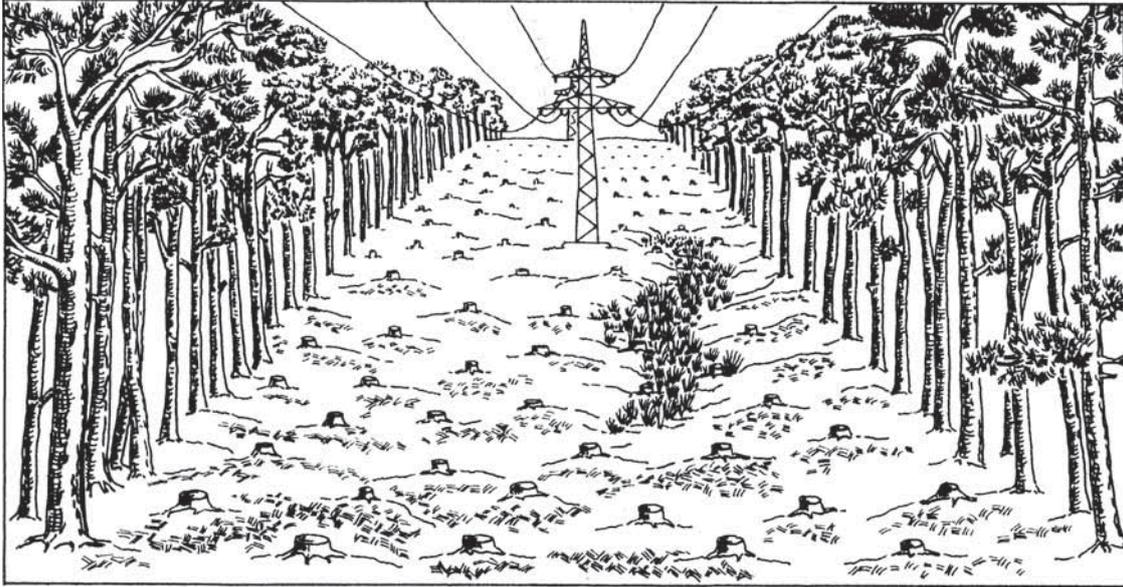


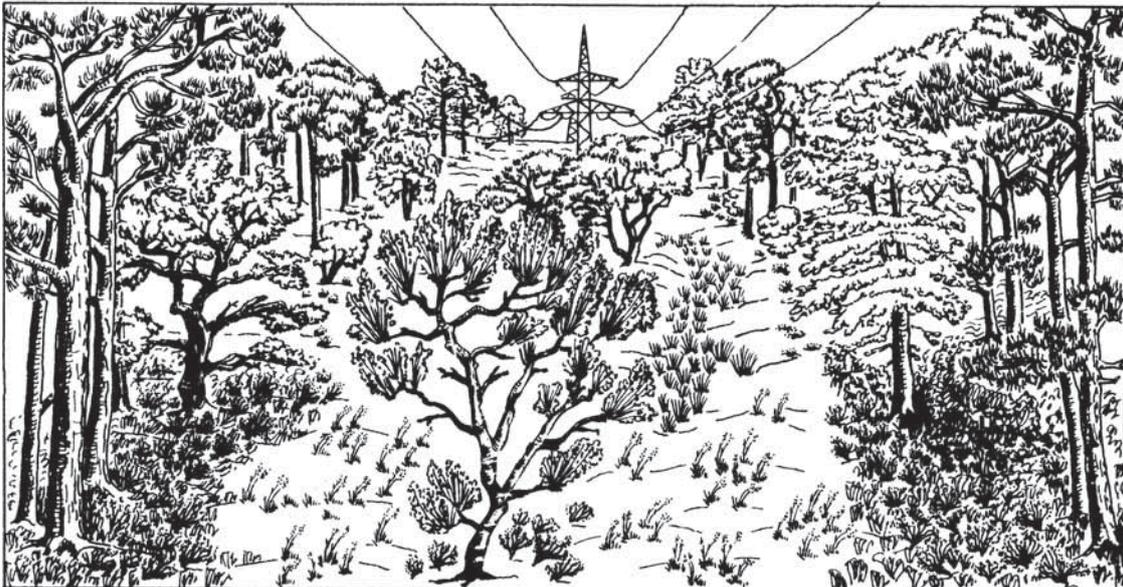
Abbildung 4/8

Zu Leitbild H: Stromleitungstrasse (bzw. -schneise) im Sandkiefernforst.

VORHER



NACHHER

Föhrennadelstreu
auf Sand

Silbergrasflur



offener Sand



Besenheide



Pfeifengrassenke

Abbildung 4/9

Zu Leitbild H: Schneisen-Gestaltung in Sandkiefernforsten, Durchblick.

4.2.2.1 Pflege der Bestandes-Typen

Zunächst wird die Pflege der Sandrasen und anderweitiger offener Sandbiotope, anschließend die der lichten artenreichen Sand-Kiefernwälder behandelt.

4.2.2.1.1 Sandrasen und offene Sandfluren

Als die wünschenswerte Grundpflegeform der Sandrasen und offenen Sandfluren kann zweifellos die Schafbeweidung in Form der Hüteschafhaltung gelten, weil diese Nutzung mehr als andere traditionelle Nutzungsformen zur Herausbildung der Sandrasen-Hudelandchaften beigetragen hat. Die Tier- und Pflanzenwelt der Sandterrassen-Landschaften ist mitunter über viele Jahrhunderte der Schafbeweidung ausgesetzt und entsprechend auf verbiß- und trittfeste Formen ausgelesen worden.

Mittlerweile haben die Sandrasen-Weidelandschaften ihren ehemaligen Charakter als Großflächenbiotope vollständig verloren. Die Sandrasen-Schrumpfung in Bayern ist so weit fortgeschritten, daß sich die bayerischen Sandrasen-Gebiete, in denen sich die Hüteschafhaltung noch praktizieren läßt, heute buchstäblich an einer Hand abzählen lassen. Dabei

handelt es sich ausnahmslos um Truppenübungsplätze; nur dort gibt es noch Sandrasen-Gebiete von über drei Hektar Größe, die als absolute Mindestfläche gelten muß, um die Hüteschafhaltung überhaupt noch anwendbar zu machen. Bei Flächengrößen von unter 1,5 Hektar ist häufig nicht einmal mehr die Koppelschafhaltung in Form der Umtriebsweide durchführbar, so daß für die Bestandespflege der kleineren Sandrasen-Reste in jedem Fall auf anderweitige Pflegeformen zurückgegriffen werden muß.

Ausgangspunkt für die Wahl des Pflegeverfahrens zu den Sandrasen stellt die Annahme dar, daß keine der im Kapitel 2.1.2 besprochenen Pflegeformen in vergleichbarer Weise die Sandrasen und Sandfluren in der Art und Weise erzeugen und erhalten kann, wie es die Hüteschafhaltung vermochte (vgl. Kap. 2.1.3). Als Konsequenz für diese Ausgangssituation ergibt sich die Notwendigkeit, die möglichen Pflegeformen abzuwechseln, zeitlich und räumlich zu staffeln, die Kontrollierte Brache anzuwenden usw., um die ursprüngliche Vielfältig- und Vielgestaltigkeit nicht durch zu einseitige Pflege allmählich verkümmern zu lassen. Ein solch alternierendes Management darf allerdings keinesfalls in Form eines "blinden Aktionismus" durchgeführt werden, son-

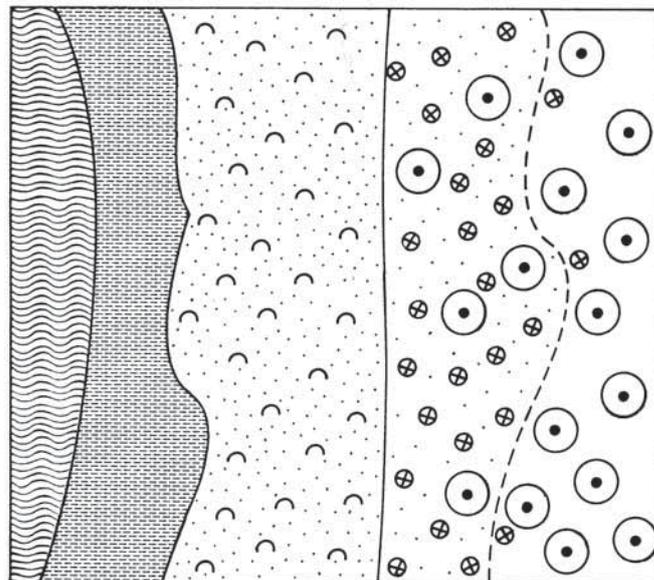


Abbildung 4/10

Zu Leitbild I: Verbundstrecke entlang eines Kiefernwaldrandes: Der Kiefernwald ist um ca. 10 Meter zurückgesetzt, einzelne Kiefern-Überhälter und -Baumgruppen sind stehen gelassen worden. Ein Sandackerstreifen von 10-20 Meter Breite ist stillgelegt mit dem Ziel Sandrasenentwicklung. Zwischen diesem Streifen und dem Acker ist ein etwa 10 Meter breiter Pufferstreifen eingeschoben.

dern muß auf die in Sandrasen-Lebensräumen inne-wohnenden Sukzessionsvorgänge (vgl. Kap. 2.2) abgestimmt sein. Nahezu sämtliche Vegetationstypen der Sandrasen-Ökosysteme verändern mit der Zeit durch Beeinflussung der Bodenentwicklung die Standorteigenschaften ihrer eigenen Wuchsorte. Als Folge ergibt sich zwangsläufig eine Vegetationsum-schichtung (Sukzession). Im besonderen Maße gilt dies für die frühen Sandrasen-Stadien. Soll das Habitat- und Struktur-Typenspektrum möglichst vollständig erhalten (bzw. wieder erzeugt) werden,

so muß die Pflege in der Maßnahmen-Auswahl und in der Terminierung so konzipiert werden, daß die Entwicklungsreihe

- vegetationsfreier Sand
- erste Pionier-Stadien
- Pionier-Silbergrasfluren
- reife, kryptogamenreiche Silbergrasfluren
- Halbschluß-Sandrasen
- beginnende Bewaldung

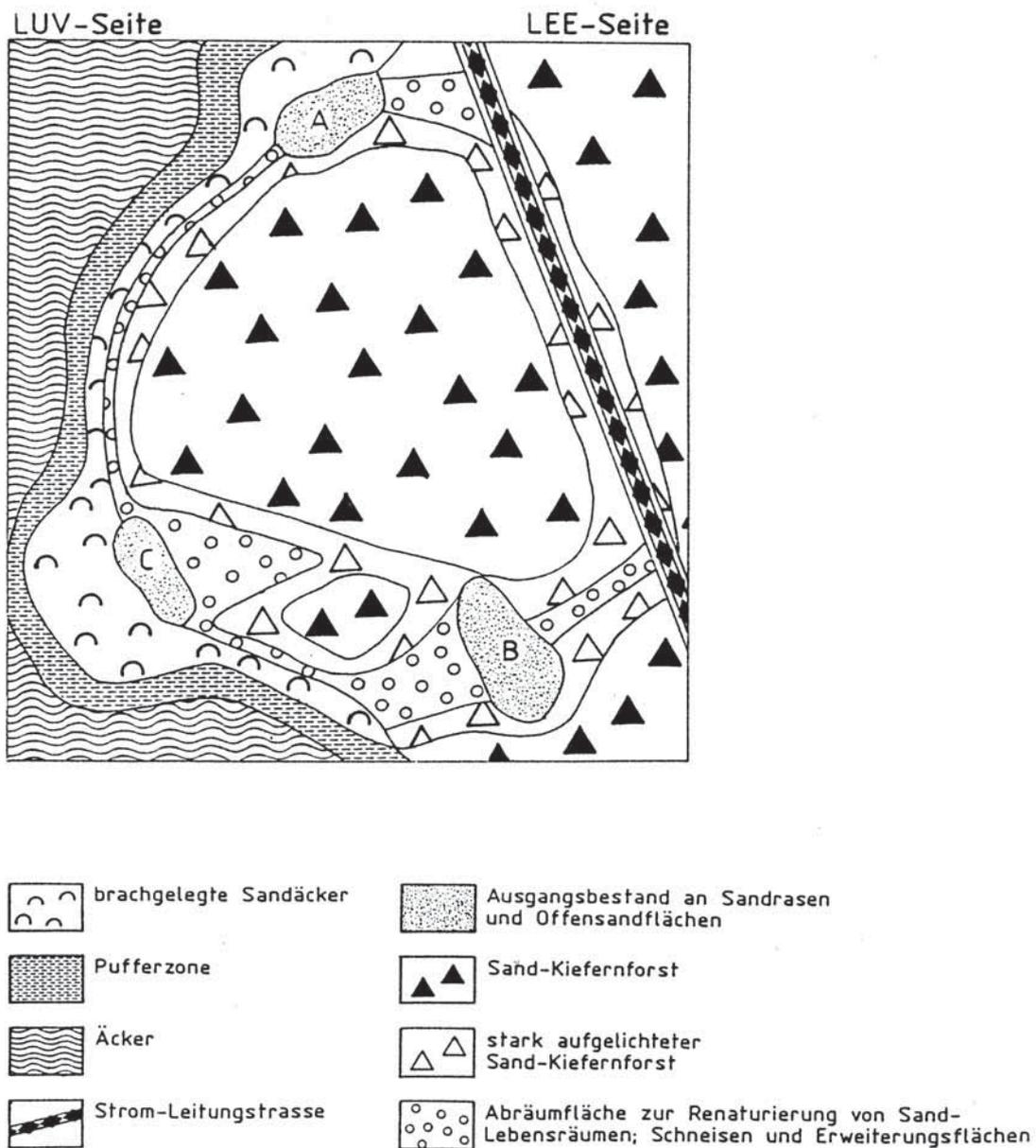


Abbildung 4/11

Zu Leitbild K: Verbund dreier Sandrasen-Ökosysteme über eine Stromleitungstrasse, Schneisen und sandrasen-freundlich strukturierte Kiefern-Waldränder und über Sandacker-Randstreifen. Alle drei Sandrasen-Ökosysteme sind zudem erweitert worden. Aufbau und Strukturierung der Erweiterungs- und Verbund-Bereiche erfolgen nach den Leitbildern D, E, F, G, H und I.

kurzgeschlossen und somit in einen "Entwicklungs-kreis" umgewandelt wird. Die Sukzessionsvorgänge müssen also ganz bewußt ausgenutzt werden, um so die standörtliche Palette zu vergrößern und eine höhere sandrasenspezifische Artenvielfalt zu erzielen. Zugleich läßt sich mit dieser Vorgehensweise der Pflegeaufwand sehr stark reduzieren, wenn nicht statisch ein ganz bestimmtes Stadium an einem bestimmten Ort erhalten werden soll. Es stellt sich die Frage, ob ein "statisches" Vorgehen auf lange Sicht überhaupt mit Erfolg möglich ist, solange die Hüteschafhaltung nicht durchgeführt werden kann.

Gerade die so erhaltenswerten und zu einer statischen Vorgehensweise verführenden Halbschluß-Sandrasen untergraben mit ihrer Humusbildung die standörtliche Voraussetzung ihrer Existenz und bereiten somit den weitgehend geschlossenen Schafschwingel-Straußgrasrasen - buchstäblich im Wortsinne - den Boden. Das Rezept zur langfristigen Erhaltung der Halbschlußstadien besteht daher darin, ihnen ihrerseits die Möglichkeit einzuräumen, sich aus Pionier-Sandrasen entwickeln zu können. **Als ein Grundprinzip des Pflegemanagements in Sandrasen gilt: Erneuerung von Pionierflächen auf Teilbereichen, anschließend das Zulassen langer Ruheperioden mit vergleichsweise geringer Eingriffsintensität.** In diesem Kapitel wird daher ausgeführt, mit welchen Pflege- und Gestaltungsmaßnahmen der gewünschte Entwicklungskreis aufrecht erhalten werden kann. Eingegangen wird insbesondere darauf,

- wie Pionierflächen angelegt werden müssen;
- die Mahd, Entbuschungen und Entholungen durchgeführt werden müssen;
- und die "Beeinflussung der Windverhältnisse" in Angriff genommen werden soll.

Auf Sandrasen, die nur noch wenige m² groß sind, muß sich die Pflege vorläufig auf die Erhaltung von wenigen Struktur- und/oder Vegetationstypen beschränken. Hierfür werden im [Kapitel 4.2.2.3](#) spezifische Pflegenormen angeboten, die für die Erhaltung bestimmter Vegetationsstadien gelten. Es ist jedoch in solchen Fällen unerlässlich, umgehend durch die Wiederherstellung angrenzender Bereiche die Sandökosystem-Fläche wieder zu vergrößern, wenn diese nicht über kurz oder lang verloren gehen soll.

Zunächst wird die Beweidung ([Kap. 4.2.2.1.1.1](#)) behandelt, anschließend die Mahd ([Kap. 4.2.2.1.1.2](#), S.192), die Entbuschung ([Kap. 4.2.2.1.1.3](#), S.192), die Anlage von Pionierflächen ([Kap. 4.2.2.1.1.4](#), S.194), die Beeinflussung der Windverhältnisse ([Kap. 4.2.2.1.1.5](#), S.195) und zuletzt die Kontrollierte Brache ([Kap. 4.2.2.1.1.6](#), S.196).

4.2.2.1.1.1 Beweidung

Nahezu alle größeren Sandrasen Bayerns sind Hutungsrelikte. Die offenen Sandrasen in Bayern* ver-

danken letztendlich der Schafbeweidung ihre Existenz. Zu ihrer Entstehung auf die Beweidung angewiesen sind insbesondere die geschlossenen Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM). Ohne Beweidung setzt die Bewaldung der Sandfluren bereits auf dem Niveau der konsolidierten Silbergrasbestände und der Halbschlußstadien ein (vgl. [Kap. 2.2.1.2](#)). Darüber hinaus sorgt der Viehtritt immer wieder für Bodenverwundungen, so daß sich dem Wind neue Angriffsflächen für Sandumlagerungen bieten und so offene Stellen wie Hang- und Dünenanrisse entstehen. Den Artenschutzanforderungen kommt es wohl am meisten entgegen, wenn die Beweidung kurzfristig in größeren zeitlichen Abständen erfolgt. Voraussetzung dafür sind umfassende Triftweidesysteme aus benachbarten Sandrasen mit Weidekorridoren bzw. ein kleinräumig differenzierter Weidegang innerhalb größerer Einzelflächen. Erst ab Flächengrößen von mehreren Hektar (mind. 10-15 Hektar) erscheint es uns als möglich, die Hüteschafhaltung zwanglos so zu organisieren, daß sich in einem Sandrasen-Lebensraum sämtliche Stadien des "Entwicklungskreises" herausbilden.

Leider gibt es gegenwärtig keine dokumentierten Ergebnisse zur Schafweide auf Sandrasen. Pflegeempfehlungen können daher nicht auf experimentell fundierter Grundlage gegeben werden. Die in Bayern erhalten gebliebenen Reste des Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen sind zu gering, um ihrer Ausweisung als Schafweide-Versuchsflächen, wo unter Umständen erhebliche Schädigungen in Kauf genommen werden müssen, zustimmen zu können. Aus diesem Grunde muß eine Zusammenarbeit mit den Ländern Niedersachsen und vor allem Brandenburg gesucht werden, in denen Sandgrasnelkenrasen noch in einer ausreichend großen Menge zur Verfügung stehen, um Teilflächen davon für Weideversuche abzuzweigen.

Der Einsatz des Rindes bei der Beweidung von sandrasenverwandten Lebensräumen beschränkt sich in Bayern unseres Wissens auf sandrasen-artige Streuobst-Lebensräume bei Kleinwallstadt im Landkreis Miltenberg (vgl. [Kap. 2.1.1.1.1.1](#), Punkt B). Im Prinzip gelten für diese und für ähnlich geartete Fallbeispiele zur Beweidung durch Rinder die im LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerasen" ausgesprochenen Empfehlungen (dort im [Kap. 4.2.2.1.3](#)).

Nachfolgend werden einige Empfehlungen zur Schafbeweidung gegeben, die in jedem Fall für Sandrasen gültig oder auf Sandrasen hin modifiziert sind. Zunächst wird die Hüteschafhaltung, anschließend die Koppelschafhaltung besprochen.

A) Hüteschafhaltung

Nachfolgend werden einige allgemeine Hinweise und Empfehlungen zur Pflege von Sandrasen-Lebensräumen mittels des Hüteschaf-Verfahrens gegeben. Bis zur Empfehlung Nr. 13 gelten diese Emp-

* Im nordwestdeutschen Tiefland spielt nach JECKEL (1984) auch die Beweidung mit Rindern eine bedeutsame Rolle.

fehlungen auch für die Koppelschafhaltung in Form der Umtriebsweide.

(1) Flächen für den Nachtpferch organisieren!

Zur unmittelbaren Pflegedurchführung gehört die Sicherstellung des Nachtpferches außerhalb des eigentlichen Sandrasen-Lebensraumes. Es ist sicherzustellen, daß Pferchflächen beschafft werden, die sich in ausreichend geringer Entfernung zu den Pflegeflächen befinden.

(2) Merino-Landschafe, eventuell auch die Gehörnte Graue Heidschnucke zur Magerrasen-Pflege verwenden!

Auf dem Truppenübungsplatz Hainberg bei Fürth, der durch Merinoschafe beweidet wird, hat sich diese Schafrasse grundsätzlich bewährt (vgl. Kap. 2.1.1.1.1.1 u. Kap. 2.1.1.1.2). Die Gehörnte Graue Heidschnucke ist das klassische Schaf der Sandweidelandschaften der Lüneburger Heide. Es dürfte sich daher für die Beweidung von Sandrasen und Sand-Zwergstrauchheiden im Waldrandbereich von Sandrasen-Ökosystemen eignen.

(3) Möglichst keine Zufütterung der Schafe bei Beweidung von Magerrasen!

Zufütterung bei Beweidung begünstigt ein selektives Weideverhalten und entzieht der Rückdrängung von Brachegräsern wie *Calamagrostis epigeios* oder *Agrostis tenuis* von vorneherein den Boden. Zufütterungen führen zudem zu indirekten Nährstoffeinträgen auf den Magerrasenflächen (Futtermittelaufnahme außerhalb der Rasen, Koten auf den Magerrasen).

(4) Ausreichend Zeitraum zwischen zwei Beweidungsterminen einplanen!

Zwischen zwei Beweidungsterminen muß der Aufwuchs eines ausreichenden Futtermittels zugelassen werden. Hierzu fehlt es leider an jedweder in Sandrasen-Lebensräumen gewonnener Erfahrung, die es ermöglichen würde, an dieser Stelle genaue Zeitspannen anzugeben. Falls sich eine Beweidung organisieren und durchführen läßt, müssen vor Ort über Beobachtungsflächen Pflegekontrollen durchgeführt werden. Zumindest auf schütterten Sandrasen (Silbergrasfluren) ist nicht jedes Jahr eine Beweidung notwendig bzw. möglich.

(5) Den Besatz auf Magerrasen bedarfsgerecht (z.B. ca. 30 m² pro Mutterschaf und Tag) ansetzen!

Eine Schafherde von ca. 500 Mutterschafen benötigt pro Tag auf Magerrasen eine Weidefläche von ca. 1,5 Hektar (GOMARINGER 1987, mdl.). Dieser Wert kann als Faustwert gelten und in Abhängigkeit von der Witterung schwanken. Dieser Richtwert gilt nur für produktive Kalkmagerrasen-Gemeinschaften wie zum Beispiel den Enzian-Schillergrasrasen. Bei nicht oder wenig verfilzten Sandrasen muß die benötigte Tagesfläche aller Voraussicht nach höher angesetzt werden, da die Produktivität der Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen niedriger und die von Silbergrasfluren viel niedriger ausfällt als von Enzian-Schillergrasrasen. Stark verfilzte

Sandrasen könnten in der Produktivität an Enzian-Schillergrasrasen heranreichen.

(6) Beweidung so intensiv durchführen, daß bis zur Erschöpfung der Futtermittelvorräte beweidet wird!

Ein Beweidungs-Modus, der die grüne Phytomasse weitgehend abschöpft, wirkt der Entstehung von Streufilzdecken entgegen und trägt mittelfristig dazu bei, vorhandene Streufilzdecken abzubauen.

(7) Kurze Beweidung mit einer vielköpfigen Schafherde gegenüber langer Beweidung mit wenigen Schafen bevorzugen!

Kurze, intensive Beweidung führt zu besseren Ergebnissen bezüglich der Offenhaltung der Flächen als die umgekehrte Vorgehensweise. Bei Unterbeweidung kommt der Selektivfraß besonders zur Geltung (vgl. Kap. 2.1.1.1.1 "Verbiß", S. 106). Nutznießer sind Gehölze wie die Kiefer, die bei Selektivfraß nur wenig verbissen wird, und Grasarten, die in erster Linie die Verfilzung bewirken.

(8) Beweidungszeiträume nicht starr nach Terminen, sondern nach der phänologischen Entwicklung ausrichten!

Insbesondere im Spätfrühling und im Frühsommer hängt der phänologische Entwicklungszustand sehr stark von der Witterung ab. Der Beginn der Beweidung ist daher sinnvoller an bestimmte phänologische Entwicklungsstadien zu koppeln (z.B. Blühbeginn der Sandgrasnelke), als an einen festen Termin zu binden!

(9) Die Schafbeweidung bedarf ergänzender Pflegemaßnahmen wie dem Entbuschen!

Durch Schafbeweidung lassen sich Verbuschung und Verwaldungstendenzen nicht völlig unterdrücken. Kiefern verjüngen sich zwar nur unter Schwierigkeiten bei Schafbeweidung, dennoch bleibt eine allmähliche Zunahme der Bestockung nicht aus, wenn im mehrjährigen Turnus keine Entbuschungsaktionen erfolgen.

(10) Regeln zur Entbuschung und Gehölzbeseitigung beachten!

Da in Sandrasen-Lebensräumen zu der Schafbeweidung Entbuschungen als obligatorische Pflegemaßnahmen hinzutreten müssen, sind die Pflegehinweise und Pflegeempfehlungen zu dieser Thematik stets mitzubeachten (vgl. Kap. 4.2.2.1.1.3, S.192)!

(11) Der Schafherde einige Ziegen beimischen!

Ziegen eignen sich möglicherweise zum Rückbiß von Robinien oder der Späten Traubenkirsche. Dokumentierte Beobachtungen hierzu liegen uns allerdings nicht vor. Falls Sandrasenartige Lebensräume mit Obstbaum-Bestockung beweidet werden, so ist zu beachten, daß Ziegen die Stämme der Bäume abschälen und die unteren Äste stark abfressen (vgl. LPK-Band II.5 "Streuobst", Kap. 2.1.1.1.2.2). Obstbäume sind daher besonders zu sichern, oder auf das Mitführen von Ziegen in der Schafherde ist zu verzichten!

(12) Auf ehemals entbuschten Flächen auf sorgfältige Entfernung des Schnittguts, der Dornen und Stümpfe achten!

Dorniges und stacheliges Holz auf kurz zuvor entbuschten Flächen verursacht nicht selten Klauenverletzungen bei den Schafen! Die Einbeziehung von Schwendungsflächen, auf denen geschlossene Robinien-Bestände abgeräumt wurden, in die Schafweidefläche sollte ca. 2 bis 3 Jahre abgewartet werden, bis der Abbau des Dornenholzes einigermaßen vollständig erfolgt ist. Länger sollte mit dem Wiederauftrieb allerdings nicht gewartet werden, um den Sukzessionsprozeß Verbuschung nicht erneut zu weit fortschreiten zu lassen.

(13) Auf Teilflächen die Kontrollierte Brache durchführen!

Auf Teilflächen des Sandrasen-Lebensraumes (innerhalb des Offenbereiches auf maximal 5-10% der Fläche) kann die "Kontrollierte Brache" (vgl. Kap. 2.1.2.6, S.116) durchgeführt werden. Sie dient der Erzeugung früher Sukzessionsstadien, in denen eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten optimale Lebensbedingungen vorfindet (vgl. Kap. 2.2.4). Zugleich können die Wuchsorte oder saisonalen Brutplätze von weideempfindlichen Pflanzen- und Tierarten (z.B. Ziegenmelker) geschont werden.

(14) Beweidung nicht über die Festlegung der Besatzdichten steuern!

Jede Pflegeplanung, die auf eine Trennung der Herden abzielt, um einer erwünschten "Besatzdichte" näherzukommen, ist fruchtlos. Sie führt zur Erstel-

lung wirklichkeitsfremder Beweidungspläne, die sich nicht in die Praxis der Hüteschafhaltung übertragen lassen. Hüteschafhaltung läßt sich nicht via Besatzdichte, ausgedrückt in GV/pro Hektar und Jahr, reglementieren.

(15) Die Beweidungspläne eines Schäferi-Revieres aufeinander abstimmen! Beweidungspläne auf ihre Umsetzbarkeit hin mit dem Schäfer durchsprechen!

Die Beweidungspläne, die von einem Schäfer umgesetzt werden sollen, müssen aufeinander abgestimmt sein und sich zu einem praktikablen Gesamtplan zusammenfügen. An der Aufstellung schäferibezogener Gesamtpläne muß der Schäfer beteiligt werden!

(16) Auf höchstens 30%, besser nur 20% der Pflegeflächen eines Schäferi-Revieres Reglementierungen über die Grundvorgaben (keine Düngung, Nachtpferch außerhalb der Pflegefläche usw.) hinaus vornehmen!

Reglementierungen wie die Vorgabe bestimmter Weidezeiträume sollen höchstens auf 20-30% der Magerrasen-Flächen vorgenommen werden, die ein Schäfer zu beweidern hat. Bei einer deutlichen Überschreitung dieses Fastrichtwertes ergeben sich zu meist erhebliche Umsetzungsprobleme. Sollten späte Weidezeiträume für Sandrasen-Lebensräume vorgegeben werden (z.B. im Juli/August um Bodenbrüter wie Ziegenmelker und Heidelerche zu schonen), so müssen i.d.R. weniger wertvolle Flächen dem Schäfer im Frühsommer angeboten werden.

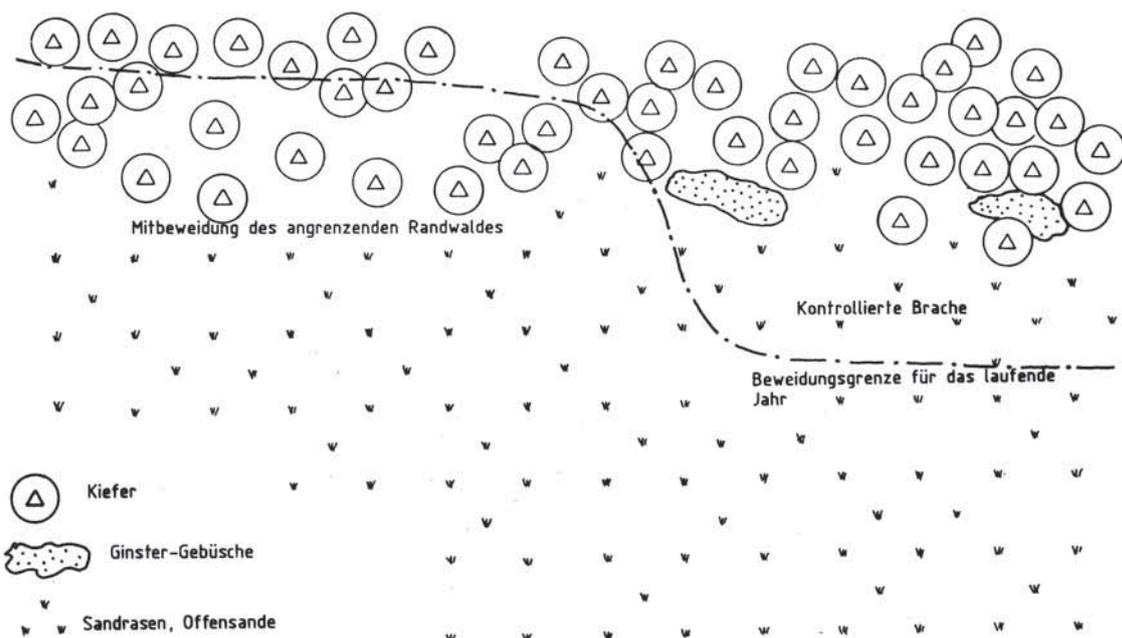


Abbildung 4/12

Schema zur Waldrandbeweidung; in der linken Bildhälfte wird der Sand-Kiefernwald mitbeweidet, in der rechten Bildhälfte wird außer dem Wald auch ein Teil der offenen Sandrasenflächen von der Beweidung ausgespart (Kontrollierte Brache!).

(17) Beweidungspläne flexibel konzipieren, um die Witterungsverhältnisse und Vorgabeänderungen berücksichtigen zu können!

Die Beweidungsplanung soll hinsichtlich der Wahl der Weidezeiträume die phänologische Entwicklung und nicht starre Kalendertermine als Richtschnur benutzen. Vorgabe-Änderungen zur Beweidung von Teilflächen einer Schafheide, wie sie bei der Durchführung der Kontrollierten Brache anfallen (Abwechseln von Ruhe- und Pflegephase), müssen umsetzbar bleiben.

(18) Gegebenenfalls Weide-Tabuzonen einrichten!

Die Einrichtung von strikten Weide-Tabuzonen empfiehlt sich dort, wo akut vom Aussterben bedrohte Arten vorkommen, deren Populationsgröße auf ein kritisches Niveau abgesunken ist. Beweidung kann den Erfordernissen gezielter Artenhilfsmaßnahmen entgegenstehen, indem der mit der Beweidung auftretende "Streß" den Populationsrest zum Erlöschen bringt.

(19) Teilflächen zur Erzeugung von Offensandstellen absichtlich besonders intensiv beweiden!

Flächen, auf denen Offensandstellen wieder hergestellt werden sollen, sind besonders intensiv zu beweiden. Die Remobilisierung des Sandes ist erwünscht.

(20) In den Schaffhutungen auf ausreichend große Abstände zwischen den Gebüschgruppen etc. achten, um den problemlosen Durchtrieb der Schafherde zu gestatten!

Bei im Hüteschaf-Verfahren beweideten Sandrasen müssen die Durchtriebstellen eine Breite behalten, die einen problemlosen Durchtrieb der Herde gestattet. Hierfür sind mindestens 10 Meter, besser 15 Meter anzusetzen!

(21) Weidegrenzen nach Möglichkeit nicht parallel zu den Waldrandgrenzen ziehen!

Sofern machbar, sollen die Weidegrenzen nicht mit der Waldrandgrenze parallel laufen (s. Abb. 4/12, S. 190). Im Offenbereich können im Vorfeld des Waldes einige Flächen der Kontrollierten Brache unterworfen und damit unregelmäßig beweidet werden. Umgekehrt sind den Sandrasen benachbarte Wintergrün-Kiefernwälder in die Beweidung miteinzubeziehen! Dasselbe gilt für lichte Eichen-Hutewälder! Der genaue Modus muß jeweils vor Ort mit den Grundstücksbesitzern vereinbart werden.

Anmerkungen zur Erstellung von Beweidungsplänen:

Mit wenigen Ausnahmen, die sich ausschließlich im Gelände von Truppenübungsplätzen befinden, lassen sich heute die bayerischen Sandrasen-Reste nur noch über Beweidungskonzepte in die Schafbeweidung miteinbinden, nach denen auch andere Biotop-Typen mitbeweidet werden. Die Sandrasen-Reste sind heute in diesem Bundesland zu klein, um eigens für sie die Schafbeweidung zu organisieren bzw. durchzuführen. Beweidungskonzepte sind des-

halb zwangsläufig stark auf die örtlichen Verhältnisse hin gemünzt, für die sie entworfen wurden. Als Vorbilder für generell umsetzbare Beweidungspläne können sie daher nicht herangezogen werden. Auf die Erstellung eines Modells für Beweidungspläne, das auf Sandrasen-Lebensräume hin zugeschnitten ist (etwa analog zu dem Modell für Kalkmagerrasen-Lebensräume, vgl. LPK-Band II.1 "Lebensraumtyp Kalkmagerrasen", Kap. 4.2.2.1.2.1) wird daher in diesem Band verzichtet. Auf einige generell gültige Vorgaben, die ein praktikabler Beweidungsplan beherzigen muß, wird jedoch an dieser Stelle hingewiesen.

Als Konstante, die sich bei Hüteschafhaltung nicht verändern läßt, muß von vorneherein die Herdengröße akzeptiert werden. Sie liegt zumeist bei ca. 400 - 600 Mutterschafen, kann jedoch auch äußerstenfalls ca. 300 beziehungsweise 700 Mutterschafe betragen. Anstelle der Mutterschafherden werden gelegentlich auch Hammelherden ähnlicher Kopfstärke verwendet. Zur gewünschten Beweidungsintensität kann für Teilflächen lediglich eine besonders "intensive" anstelle der "üblichen" Beweidung mit dem Schäfer vereinbart werden. Dasselbe gilt für das Gegenteil (z.B. ca. ein Drittel des üblichen Bestoßes). Steuerungen sind mit Einschränkung nur über die Festlegung der Weidezeiträume möglich, wobei jeweils die jährliche Witterung zu berücksichtigen ist. Grundsätzlich gibt es bei der Steuerung des Weidezeitraumes folgende Alternativen:

- keine Vorgabe für den Schäfer, außer der Befolgung des Grundsatzes, den Nachtferch außerhalb der Pflegeflächen vorzunehmen;
- eine Zeitvorgabe, wie etwa einen bestimmten Weidebezirk innerhalb einer Weidefläche nur in einem bestimmten Zeitraum zu beweiden;
- die Vorgabe des absoluten, unbefristeten Weideverbotes für bestimmte Weide-Tabuzonen;
- die Vorgabe des befristeten Weideverbotes bei Vornahme der Kontrollierten Brache.

Mit einem Beweidungsplan zu schafbeweideten Sandrasen müssen sich folgende Zielsetzungen umsetzen lassen:

- Die Beweidung muß in einer ökosystemgerechten Form durchführbar sein. Die im Kap. 4.1 formulierten Grundsätze (v.a. die Grundsätze Nr. 4, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 20) sowie die in Kap. 4.2.1.1 (S.172) formulierten Grund-Pflegeziele müssen einlösbar bleiben!
- Auf Teilflächen sollen auch spezifische komplex- und gesellschaftsschutzbezogene Zielsetzungen anvisierbar bleiben!

B) Koppelschafhaltung

Die Koppelschafhaltung kommt nur in Form der Umtriebsweide in Betracht. Sie stellt nur einen sehr unvollkommenen Ersatz der Hüteschafhaltung (vgl. Kap. 2.1.1.1.3) dar, vielfach findet sich jedoch für zu klein gewordene Schafweiden heute kein Hüteschäfer mehr, so daß notgedrungen auf diese Form der Schafhaltung zurückgegriffen werden muß. Für die Koppelschafhaltung gelten die ersten dreizehn formulierten Empfehlungen und Pflegehinweise des

Vorkapitels mit. Vor der Einrichtung stationärer Koppelweiden auf wertvollen Sandflächen muß in jedem Fall dringend gewarnt werden! Starke Eutrophierungen und übermäßige Trittbelastungen der kryptogamenreichen Stadien in den Sandrasen führen bei dieser Form der Beweidung zu schweren Schädigungen.

- (1) Bei Koppelschafhaltung die Weidefläche in zahlreiche Parzellen aufteilen und diese mit einer großen Zahl von Schafen innerhalb weniger Tage beweidet!**

Eine magerrasengerechte Beweidung bei Koppelweide kommt am ehesten zustande, wenn die einzelnen Weideparzellen von zahlreichen Schafen kurzzeitig bis zur Erschöpfung der Futtermittel in Form der flexiblen Umtriebsweide beweidet werden. In diesem Modus weist die Koppelschafhaltung mit der Hütenschafhaltung noch am meisten Ähnlichkeit auf.

- (2) Den täglichen Weidegang innerhalb der Koppel-Parzellen auf 8-10 Stunden begrenzen, in jedem Fall Anpassungen an die Aufwuchshöhe der Pflanzenbestände vornehmen (SCHLOLAUT 1988: 20)!**

Nach dem Weidegang sind die Schafe außerhalb der Pflegefläche zu pferchen.

- (3) Bei flexibler Umtriebsweise die einzelnen Parzellen unterschiedlich intensiv beweidet!**

Die einzelnen Parzellen sollten unterschiedlich intensiv beweidet werden, um unterschiedliche Rassenzustände zu erzeugen.

- (4) Parzellen mit selteneren Arten mit entsprechender Rücksichtnahme beweidet!**

Parzellen mit seltenen Arten wie zum Beispiel Knabenkräutern sind so zu beweidet, daß diese möglichst wenig geschädigt werden. Bei Vorkommen des kleinen Knabenkrauts (*Orchis morio*) ist zum Beispiel eine Parzellen-Beweidung im frühen Juli anzusteuern.

4.2.2.1.1.2 Mahd

Mahd ist zur Pflege von Sandrasen-Lebensräumen nur sehr bedingt einsetzbar. Es versteht sich von selbst, daß die Anwendung der Mahd auf schütterten Silbergrasfluren oder auf offenen Sandstellen sinnlos ist. Auf Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen führt die Mahd schon nach wenigen Jahren zu einer Verfremdung dieses Rasens, da Zwergsträucher wie der Sand-Thymian und verschiedene typische Lückenspioniere, die sich an Trittsstellen ansiedeln, (Schafbeweidung!), zurückgehen oder sogar verschwinden.

- (1) Mahd als Pflegemaßnahme nur an +/- stark gestörten Stellen anwenden!**

Auf einigermaßen intakten Sandrasen kann der Schaden, den die Mahd anrichtet, den möglichen Nutzen (Abmähen einzelner, aufkommender Kiefern) bei weitem übertreffen. In intakten Sandrasen ist eine Be-

kämpfung der Gehölze immer nur unmittelbar durch Abschlagen und Entfernen, niemals indirekt durch die Mahd vorzunehmen. An ruderalisierten und eutrophierten Stellen, wo die Sandrasenvegetation bereits verdrängt oder noch nicht aufgekommen ist (z.B. eutrophierte Pionier-Lockersandstandorte) kann zweimal im Jahr gemäht werden, um Ausmaagerungen zu erreichen (vgl. Kap. 4.2.4.1.1, S.207).

- (2) Zur Bekämpfung von *Calamagrostis*- und *Solidago*-Herden zweimal im Jahr mähen!**

Sinnvoll ist die Mahd auch zur gezielten Bekämpfung des schnittempfindlichen Land-Reitgrases (*Calamagrostis epigeios*). Auch hier ist eine Doppelmahd zu empfehlen, die sich exakt auf den Bereich der Reitgras-Polykormone beschränken sollte. Der erste Schnitt **muß** vor der Samenreife (also im späten Juni, spätestens am 10. Juli), der zweite **vor** der Vergilbung der Blätter im Spätsommer (also vor dem 15. September) erfolgen. Ein Schnitt in der Zeit vom 20.6.-10.7. trifft das Land-Reitgras zu einem sehr ungünstigen Zeitpunkt kurz vor dem Höhepunkt seiner vegetativen und generativen Entwicklung und bevor es die Möglichkeit hatte, seine Früchte abzuwerfen. Mit einem Doppelschnitt zu denselben Zeiten ist kann die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) und die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) zurückgenommen werden.

- (3) Aushagerungsmahd mit großer Vorsicht und mit begleitenden Pflegekontrollen durchführen!**

Nur mit großer Vorsicht und mit begleitenden Pflegekontrollen sollte der Doppelschnitt angewendet werden, wenn Eutrophierungsstörungen beseitigt werden sollen. Ein Doppelschnitt trägt zwar möglicherweise zur Aushagerung bei; zugleich schädigt er jedoch die spät blühenden und fruchtenden Sandpflanzen sehr stark. Dem Glatthafer bereitet dagegen ein solches Schnittregime nicht die geringsten Probleme. Können die Nährstoffvorräte durch den Doppelschnitt nicht ausreichend "ausgehagert" werden, so dürfte *Arrhenatherum elatius* durch diese Maßnahme sogar stark gefördert werden.

- (4) Leichte Geräte für die Mahd benutzen!**

Um die Sandfluren durch mechanischen Druck nicht allzusehr zu belasten, sollte die Mahd mit (Motor)Sensen erfolgen. Ist ein Gebrauch der (Motor)Sensen nicht möglich, so sollte allenfalls auf leichte Einachsen-Balkenmäher zurückgegriffen werden. Die Mahd sollte möglichst nicht mit normalen Traktoren vorgenommen werden, zumal ein gezieltes Ausmähen von *Calamagrostis*- und *Solidago*-Polykormonen mit Traktoren kaum möglich ist.

4.2.2.1.1.3 Entbuschung/ Gehölbeseitigung

Die fachlichen Grundlagen für die nachstehend ausgesprochen Empfehlungen und Hinweise sind den Kapiteln 2.1.2.2, 2.2.1.2, 2.2.1.3 und 3.4.1.3 zu entnehmen.

A) Allgemeine Hinweise und Empfehlungen

- (1) **Entbuschungsmaßnahmen vornehmen, sobald die wünschenswerte Gehölzbestockung deutlich überschritten ist! Je zeitiger die Entbuschungen vorgenommen werden, desto besser!**

Entbuschungen und Gehölzbeseitigungen sollten bereits ausgeführt werden, wenn die erwünschten Bestockungsgrade auf den Flächen, die offengehalten werden sollen, nur geringfügig überschritten sind. Die Pflege-Eingriffe fallen bei dieser Vorgehensweise am wenigsten gewaltsam, am nachhaltigsten und auch am kostengünstigsten aus. Wird der günstigste Zeitpunkt für die Entbuschung verpaßt, so steigen die Kosten häufig exponentiell an.

- (2) **Entbuschungsmaßnahmen und Gehölzbeseitigung so steuern, daß die innere und randliche Strukturierung des Sandrasen- Lebensraumes entsprechend der Leitbilder A (vgl. Kap. 4.2.1.2.1, S.175) und D (vgl. Kap. 4.2.1.2.2, S.176) gestaltet wird!**

Die Entbuschungen sollen so durchgeführt werden, daß im Innern der Sandrasen-Lebensräume eine ungleichmäßige Verteilung der Gehölze gefördert wird. Erwünscht sind Wechsel von mit geschlossenen und halbgeschlossenen Gehölzgruppen bestockten Geländepartien mit größeren, völlig kahlen Offenflächen. In den Waldrandzonen ist auf die Erzeugung von Limes divergens-Strukturen zu achten!

- (3) **Generell ist vor der Durchführung von Entbuschungs- und Entholzungsmaßnahmen zu überprüfen, ob bereits Verwaltungen im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes (BayWaldG) vorliegen!**

Vor der Gehölzbeseitigung auf langjährigen Brachen ist unbedingt zu erkunden, ob sich bereits "Waldbestände" im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes gebildet haben (vgl. Kap. 3.4.3). Wenn ja, so sind Rodungs-Genehmigungen der zuständigen Forstbehörden einzuholen!

- (4) **Beim Entholzen nur ausnahmsweise Totalabräumungen innerhalb des gesamten Sandrasen-Lebensraumes durchführen! Entbuschungen auf den Offenflächen auf mehrere Jahre verteilen!**

Das Totalentbuschen ganzer Sandfluren kann zum Verschwinden von Tierarten führen, die auf eine Mindestausstattung an Gebüsch angewiesen sind. Das Entbuschen von offenzuhaltenden Sandfluren sollte turnusmäßig durchgeführt werden: zum Beispiel Einteilung einer Heidefläche in sechs "Schwendebezirke", von denen jedes Jahr einer nach einer festgelegten Reihenfolge entbuscht wird.

- (5) **Beim Entbuschen auf den Schwendeflächen nicht zu zaghaft verfahren! Die offenen Sandfluren sollen entsprechend des Grund-Pflegeziels Nr. 1 eine Gehölzdeckung von 10% als Richtwert und von 20% als Schwellenwert, der nicht überschritten werden darf, aufweisen!**

Erfahrungsgemäß besteht heute eher die Neigung, bei Entbuschungen zu zaghaft zu verfahren als um-

gekehrt. Bei einer Problem-Art wie der Kiefer ist ein entschiedenes Vorgehen geboten, erst recht gilt dies für die Robinie und die Späte Traubenkirsche.

- (6) **Entbuschungen im Winterhalbjahr (bevorzugt Mitte Oktober bis Ende November) durchführen! Das Nachschneiden der Austriebe der zu beseitigenden Polykormone muß jedoch während der Vegetationsperiode vorgenommen werden!**

Das Entbuschen ist grundsätzlich im Herbst und Spätherbst vorzunehmen, um unnötige Beeinträchtigungen der Fauna (z.B. Vögel) zu vermeiden. Das gezielte Nachschneiden von Austrieben der Robinie und der Späten Traubenkirsche nach erfolgter Schwendung führt jedoch nur dann zum Absterben der Wurzelstöcke und Wurzelsprosse, wenn es während der Vegetationsperiode geschieht. Nur so wird den Polykormonen jede Chance genommen, Stoffverluste durch Assimilation auszugleichen.

- (7) **Vor dem Abräumen von Kiefernbeständen genau abklären, ob aus Naturschutzsicht wertvolle Kiefernwälder wie Wintergrün-Kiefernwälder betroffen sind!**

Waldbestände in Sandrasen-Ökosystemen erfordern eine sehr differenzierte Betrachtung, bevor naturschutz-bezogene Pflegeeingriffe vorgenommen werden dürfen. Es kann sich um die naturkundlich außerordentlich wertvollen Wintergrün-Kiefernwälder handeln, die als Wuchsort mehrerer, hochgefährdeter Sandpflanzenarten wie *Chimaphila umbellata* (Doldiges Winterlieb) unersetzlich sind. Erfolgt durch unbedachte Aushiebe eine zu starke Freistellung der Pyrolaceen, so führt dies zu ihrem Verschwinden. Naturkundlich wertvoll - da heute eine Seltenheit - sind auch mit Laubhölzern (z.B. *Quercus robur*) durchmischte Kiefern-Altholzbestände. Auf junge Kiefern-Aufforstungen trifft dagegen meist das Gegenteil zu. Einer der wichtigsten Hebel, ein Sandrasen-Ökosystem zu optimieren, besteht zunächst in der Entfernung solcher Aufforstungen (vgl. Leitbild E, Kap. 4.2.1.2.2, S.176).

- (8) **Die Bevölkerung rechtzeitig über Entbuschungsmaßnahmen informieren!**

Um etwaigen Verärgerungen und Protesten der Bevölkerung zuvorzukommen, sollten Entbuschungsmaßnahmen frühzeitig angekündigt und begründet werden. Bei allen Maßnahmen der Gehölzbeseitigung ist frühzeitig das Einvernehmen mit der Staatsforstverwaltung herzustellen; entsprechende Genehmigungen müssen vorliegen.

B) Hinweise zu Beseitigung verschiedener Gehölz-Arten

Nachfolgend werden zu den wichtigsten Problemgehölzen der Sandrasen-Lebensräume Empfehlungen für eine wirksame Bekämpfung ausgesprochen. Handelt es sich bei diesen Gehölzen um Waldbäume im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes (BayWaldG), so wird dies angemerkt.

Kiefer

Die Kiefer läßt sich grundsätzlich wesentlich einfacher bekämpfen als Gehölze, die sich aus Wur-

zelsprossen regenerieren und zum Stockausschlag befähigt sind. Das Durchsägen des Stammes an der Basis verursacht eine letale Schädigung des betroffenen Kiefern-Individuums. Am zweckmäßigsten ist die Beseitigung der Kiefer und der Fichte, solange sich die jungen Bäume noch aus dem Boden herausziehen lassen. Das rechtzeitige Beseitigen dichter Gruppen von Jungkiefern auf den Brachen kann schon deshalb dringend geboten sein, weil die Kiefer als Waldbaum im Sinne des BayWaldG Gehölzbestände erzeugt, die unter dem Rechtsschutz des Bayerischen Waldgesetzes stehen.

Sollen ein Sandrasen oder eine Sandrasen-Lichtung offengehalten werden, so muß spätestens zu dem Zeitpunkt eingegriffen werden, wenn einige Dutzend gleichaltrige Jungkiefern in Abständen von weniger als 1 Meter voneinander entfernt aufwachsen. Nach unseren Beobachtungen in den Offenstetener und in den Siegenburger Dünen bei Abensberg schließen sich derartige Kiefern-Gruppen zu Kiefern-Vorwäldern zusammen, die über ihre Nadelstreu durch beginnende Rohhumusbildung und Podsolierung den Standort stark verändern (vgl. Kap. 2.2.1.3.1). Haben sich unter dem Kiefern-Aufwuchs bereits Rohhumus- oder Trockenmoderauflagen gebildet, so reicht der Abtrieb der Kiefern als Pflegemaßnahme allein nicht aus! Zur Wiederherstellung der Sandrasen ist ein Abheben dieser Humusschichten unumgänglich (vgl. Kap. 2.5.1.4)!

Zitter-Pappel

Zur Bekämpfung der Zitter-Pappel empfiehlt es sich, nicht nur den Mutterbaum zu fällen, sondern auch den Stock zu entfernen. Die zugehörigen Wurzelstocktriebe müssen mitunter mehrere Jahre hintereinander abgeschnitten werden (am besten während der Vegetationsperiode). Die Zitter-Pappel gehört nach dem Bayerischen Waldgesetz zu den Waldbäumen.

Robinie

Die Robinie ist in Sandrasen-Lebensräumen möglichst vollständig zurückzunehmen, da sie Sandrasen durch N-Fixierung nachhaltig schädigt (vgl. Kap. 2.2.1.3.2) und als Neophyt die einheimische Vegetation verdrängt.

Robinien sollen möglichst bis auf mindestens 50 Meter Abstand von dem zu schützenden und zu pflegenden Sandrasen-Lebensraum vollständig eliminiert werden. Von Robinien, die weiter als 100 Meter von diesem Gebiet entfernt stehen, droht wegen der geringen Flugfähigkeit der Diasporen nur noch eine geringe Invasionsgefahr. Nach dem Abschlagen sämtlicher Mutter-Stämme sollten die Wurzelsprosse und die Stockausschläge der Robinie zweimal während der Vegetationsperiode abgeschnitten werden, um ein Robinien-Polykormon allmählich zu zerstören. Die besten Wirkungen lassen sich mutmaßlich mit Schnitt-Terminen in der dritten Juni-Dekade und um Mitte August erzielen.

Die Robinie gehört zu den "Waldbäumen" im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes.

Späte Traubenkirsche

Die Bekämpfung der Späten Traubenkirsche sollte analog wie bei der Robinie vorgenommen werden, das Nachschneiden der wiederaustreibenden Wurzelsprosse ebenso unermüdlich und unerbittlich erfolgen. Jungpflanzen lassen sich noch ohne Schwierigkeiten mit der Hand herausziehen. Die Späte Traubenkirsche gehört zu den "Waldbäumen" im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes.

Japanischer Staudenknöterich / Sachalin-Staudenknöterich

In Sandrasen-Lebensräumen ist auf die vorsorgliche, vollständige Entfernung aller Herden der beiden gebüschartigen Staudenknöterich-Arten zu achten, wobei die Nachbehandlung etwaig übersehener Rhizomstücke in den Folgejahren nicht unterbleiben darf (vgl. Kap. 2.2.1.3.8). Die Staudenknöteriche sind keine Waldbäume im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes.

4.2.2.1.4 Anlage von Pionierflächen

Die gezielte Neuanlage von Pionierflächen in Sandfluren- und Sandrasengebieten ist überall dort erforderlich, wo diese nicht mehr nachgebildet werden. Als die traditionellen Nutzungen noch ausgeübt wurden, entstanden Offensandstellen durch die Schaftriftweide und durch kleinflächige Sandentnahmen, die früher im Abbaubetrieb per Handschaufel durchgeführt wurden, laufend neu. Zur Neuentstehung offener Sandwehen trug früher auch die größere Ausgesetztheit gegenüber Windeinflüssen bei (vgl. Kap. 2.1.2.5), worauf noch im nächsten Kapitel näher eingegangen wird. Unterbleibt die Neubildung von offenen Sandstellen, so verschwinden diese allmählich. In ihrem Gefolge ziehen sich über kurz oder lang auch die offenen Silbergrasfluren zurück, selbst wenn das Gelände von Gehölzen freigehalten wird. Das Schrumpfen der Offensandflächen führt nicht nur zum Verlust zahlreicher offensand-bewohnender Kleintierarten, sondern beraubt auch die konkurrenzschwachen Pionierpflanzen ihrer Existenzgrundlage. Durch das Schließen der Sandböden geht der spezifische Standortcharakter der Sandrasen-Ökosysteme verloren (vgl. Kap. 1.3 und 1.7.2), allgemeine Magerrasen-Arten werden auf Kosten der spezifischen Sandrasen-Flora und -Fauna begünstigt. Nachfolgend werden einige Empfehlungen ausgesprochen, wo und wie in Sandrasen-Lebensräumen Pionierflächen angelegt und erhalten werden sollen:

(1) Pionierflächen unter anderem vorrangig an Stellen anlegen, wo Kiefernanflug entfernt werden soll!

Außer der Abräumung der Kiefern ist die Entfernung der Nadelstreudecken notwendig. Bereits entstandene Humusdecken sollten durch Streurechen oder durch schaufelweises Abplaggen vollständig entfernt werden, damit blanke Sandbodenflächen entstehen können. Das Abheben des Sandes unterhalb der Grenzschicht Humusdecke/Sandboden erfolgt bei einer derartigen Abplaggung im Handschaufelverfahren normalerweise höchstens bis in 2-5 cm Tiefe, sehr selten tiefer. Naturschutzbezoge-

ne Bedenken werden sich gegen eine solche Maßnahme (Auszehrung der Sandvorräte, Zerstörung geomorphologischer Strukturen) daher nur selten ergeben (z.B. bei extrem flachgründigen Flugsanddecken). Allerdings ist mit einem sehr hohen Arbeitsaufwand und hohen Kosten zu rechnen.

(2) Pionierflächen an stark durch Eutrophierung gestörten Stellen anlegen!

Für die Schaffung von Pionierstellen kommt auch die Beseitigung stark eutrophierter, humoser Vollschlußbrasen in Frage, die über keine wertvollen Restartenpotentiale mehr verfügen. Über das Abheben des Oberbodens können angesammelte Nährstoffvorräte entfernt werden. Für den "Abbau" kommen Sandrasen in Frage, in denen sich eutraphente Wiesengräser wie der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und das Knäuelgras (*Dactylis glomerata*) stark ausgebreitet haben. Zu diesem Zweck muß der humusführende Bodenhorizont (A_h-Horizont), der bis in 10 cm Tiefe reichen kann, abgetragen werden.

(3) Im Bereich von bis dato noch nicht gewerblich genutzten Sandgebieten (Sandabbau!) Abtrag nur kleinflächig und vor allem nur bis in geringe Tiefe durchführen!

In geomorphologisch unbeeinträchtigten Sandgebieten darf der Abtrag nur sehr schonend durchgeführt werden, um keine Zerstörung von Kleinformen und des natürlichen Reliefs zu verursachen. Abschiebungen und Planierungen mit Raupen sollten in solchen Gebieten unter keinen Umständen erfolgen!

(4) In durch den Sandabbau morphologisch bereits entwerteten Sandgebieten bei der Anlage von Pionierstellen auf die Erhaltung der Sandlagerstätten an sich achten!

Überall dort, wo durch gewerblichen Sandabbau bereits die geomorphologischen Strukturen wie Dünen zerstört sind und der Geotop-Wert (vgl. LPK-Band II.15 "Geotope") nur noch als gering anzusetzen ist, kann die Gewinnung von Pionierflächen durch Abbaumaßnahmen aus Naturschutzsicht solange prinzipiell gutgeheißen werden,

- als nur ein flachgründiger Abbau (allenfalls 10-20 cm) erfolgt;
- sich bei einem "Tiefergraben" in dieser Größenordnung keine Substratänderungen ergeben;
- dies auf mächtigen Sandlagerstätten (mindestens 1-2 Meter mächtig) geschieht.

(5) Ausgedehnte Sand-Pionierflächen im Sandgrubengelände erhalten!

Pionierflächen von sehr großer Ausdehnung, die sogar den Flächenbedarf so anspruchsvoller Arten wie der Blauflügeligen Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) decken können, gibt es heute in Bayern praktisch nur in Sandabbaugebieten. Die gegenwärtig örtlich noch immer üblichen Verfüllungen und Aufforstungen sollten künftig möglichst unter-

bleiben, um die letzten großflächigen Offensandbiotope Bayerns zu erhalten.

Ein an Naturschutz-Interessen orientierter Sandabbau kann in Terrassensandgebieten mit Grundwasservorkommen in nicht allzu großer Bodentiefe sekundär eine Landschaft mit einem kleinräumigen Wechsel von Flachwasserzonen, trockenwarmen Sandhängen und Plateauflächen modellieren (vgl. Kap. 4.2.1.2.2, Leitbild G, S. 183).

(6) Beim Sandabbau temporäre Pionierflächen schaffen!

Durch kontinuierlichen Oberbodenabtrag bereits einige Jahre vor dem eigentlichen Abbau kann annuellen Arten Lebensraum bereitgestellt werden (therophytische Ackerwildkräuter, Sandrasen-Pionierarten).

4.2.2.1.1.5 Beeinflussung der Windverhältnisse

Das Zurücksetzen von Kiefernforsten insbesondere auf der Luv-Seite von Sandrasen-Ökosystemen erhöht die Windgeschwindigkeiten und lenkt, sofern die Abstände richtig gewählt werden, verstärkt Verwirbelungen auf diese Gebiete (vgl. Kap. 2.1.2.5). Die verstärkte Tätigkeit des Windes führt zur Bildung von Sandwehen, Ausblasungen an morphologischen Erhebungen und erhöht somit die Offensandanteile in einem Sandrasen-Ökosystem. Bei der Beeinflussung der Windverhältnisse in einer für Sandrasen-Ökosysteme günstigen Weise ist in der Praxis folgendes zu beachten:

(1) Auf der Luv-Seite Abräumungen der Kiefernforsten auf das 7,5 bis 10-fache der Forsthöhe durchführen!

Grenzt unmittelbar an die Luv-Seite einer offenen Sandflur ein Kiefernforst von 20 Meter Höhe an ("Windstreifenhöhe" = 20 Meter), so sollte dieser bis auf eine Entfernung von 150 Metern (= 7,5 H) gerodet werden, um die offenen Sandfluren wieder stärkeren Windgeschwindigkeiten auszusetzen und vor allem die oft sehr heftigen und böenartigen Verwirbelungen auf sie zu lenken (vgl. Abb. 4/13, S. 196)! Eine solch radikale Maßnahme wird jedoch nur in seltenen, naturschutzfachlich sehr gut begründbaren Fällen (nachweisbares Artenpotential) angezeigt sein.

(2) Auch auf der Lee-Seite Abräumungen vornehmen!

Um die erwünschte Wirkung zu erhalten, kann es auch notwendig sein, auf der Lee-Seite die Kiefernforsten mindestens auf das Doppelte ihrer Höhe abzuräumen. In unserem Beispiel muß dies auf einer Tiefe von 40 m geschehen. Bereits unmittelbar vor einem Wind-Hindernis tritt eine starke Reduktion der Windgeschwindigkeit ein. Bei einem Abstand von 1 H liegt sie nur noch bei etwa 60% der Freilandgeschwindigkeit, am Hindernis selbst bei ca. 40%* (vgl. Kap. 2.1.2.5).

* Die Anlage von Kahlschlägen zur Verbesserung der Windverhältnisse kommt z.B. auch dem Lichtungsbrüter Ziegenmelker zugute!

(3) Als ergänzende Maßnahme Schneisen in Hauptwindrichtung anlegen!

Wird ein Windhindernis an einigen Stellen durchbrochen, so entstehen dort Düsenwirkungen, wobei sehr hohe Windgeschwindigkeiten erzielt werden können. Die Bewindung der Sandrasen kann durch geschickte Steuerung des Düseneffekts sehr verstärkt werden (vgl. Kap. 4.2.1.2.2, Leitbild E, S. 179). Es ist jedoch darauf zu achten, daß als "Düsenwind" nicht Luftmassen den Sandrasen zugeleitet werden, die stark mit Aerosolen, Herbizidtröpfchen und dgl. von landwirtschaftlichen Intensivkulturen angereichert sind.

Es versteht sich von selbst, daß bei diesen Maßnahmen frühzeitig das Einvernehmen mit der Staatsforstverwaltung herzustellen ist und entsprechende Rodungsgenehmigungen vorliegen müssen.

4.2.2.1.6 Kontrollierte Brache

Wird das Ziel vorgegeben, die offenen Sandfluren zu erhalten, so ist es aus Sicht des praktischen Naturschutzes unabdingbar, die Sukzessionen zu kennen, an deren Ende die Wiederbewaldung steht (vgl. Kap. 2.2). Besonders wichtig ist es für das Pflegepersonal, genau mit den Sukzessionsphasen und Sukzessionsstadien vertraut zu sein, die schwerwiegende Veränderungen in der Vegetationsbeschaffenheit der Sandrasen einleiten oder sogar den Standort verändern. Spätestens bevor dies erfolgt, muß der Pflegeeingriff erfolgen, sollen nur mit großem Aufwand wieder rückgängig zu machende Entwicklungen oder gar irreversible Veränderungen vermieden werden. Die Pflege muß in solchen Fällen in erster Linie in der Bekämpfung der Pflanzenarten bestehen, die für die unerwünschten Veränderungen hauptsächlich verantwortlich sind.

Andererseits müssen bestimmte Sukzessionen gerade in Sandrasen-Gebieten über längere Zeiträume rela-

tiv ungestört ablaufen können und daher toleriert werden, um den empfindlichen, aus Artenschutzgründen so bedeutsamen Halbschlußstadien "zum Durchbruch" zu verhelfen. Ein "Zuviel" an aktivem Pflegemanagement (sei es Beweidung oder zu starke mechanische Belastungen) verhilft oft nur einer schmalen Palette aus Initial- und Pionierstadien zu Raum und Geltung; die besonders interessanten Halbschluß-Sandrasen läßt ein derartiges Management dagegen gar nicht erst entstehen.

Wie schnell die Sukzession zu tiefgreifenden Vegetationsveränderungen führt, hängt im wesentlichen von der lokalen Konstellation ab. Die zeitlichen Abstände, die eine aktive Pflege notwendig machen, lassen sich daher nicht generell festlegen. Als Faustrichtwert empfiehlt es sich, Brachephasen nicht länger als fünf Jahre wahren zu lassen. Danach sind ggfs. Gehölzentfernungen, Öffnungen der Vegetationsdecke zur Neuschaffung von offenen Sandstellen notwendig.

4.2.2.1.2 Sand-Kiefernwälder

Aus Artenschutzgründen hochwertige Sand-Kiefernwälder verdanken die Struktur- und Standorteigenschaften, die sie zu einem tauglichen Lebensraum für heute sehr selten gewordene Tier- und Pflanzenarten machen, der menschlichen Nutzung. Die beiden wichtigsten, besiedlungsbestimmenden Struktureigenschaften sind:

- eine lichte Bestandesstruktur, also ohne geschlossenen Kronenschirm;
- reichliche Vorkommen von humusauflagefreien, nicht zu mineralstoffarmen Sandböden.

Früher verhinderten traditionelle Nutzungsformen wie die Waldweide und das Streurechen die Entstehung geschlossener Trockenmoder- oder Rohhumusauflagen in den Sand-Kiefernwäldern. Sand-Kiefern-

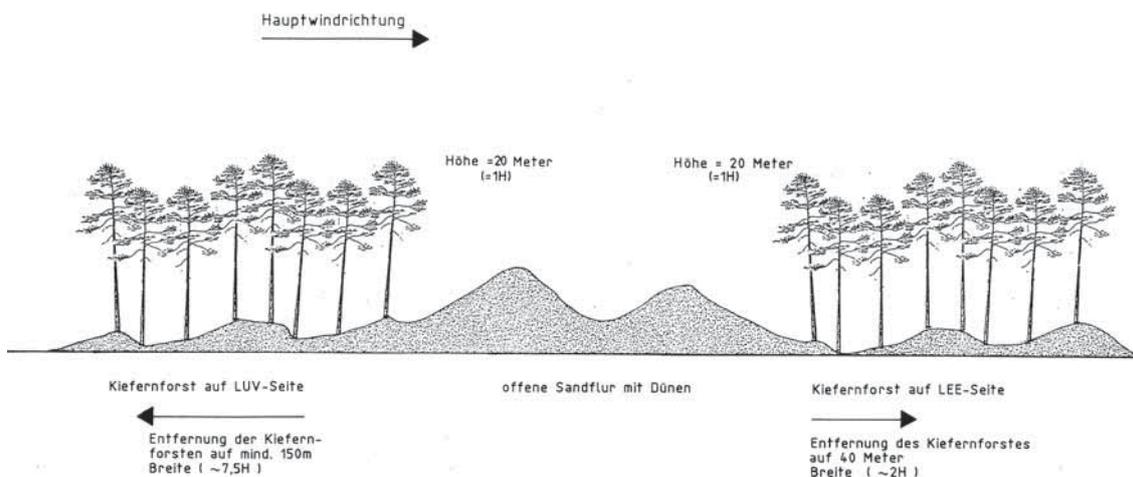


Abbildung 4/13

Pflegeempfehlung: Verbesserung der Windverhältnisse auf Luv- und Lee-Seite.

wald-Zustände wie im Leitbild C (vgl. Kap. 4.2.1.2.1, S.175) dargestellt, lassen sich nur erhalten oder wieder regenerieren, wenn neben der periodischen Auflichtung auch das Streurechen zur Humusaufgaben-Beseitigung durchgeführt wird.

Diese Maßnahme muß in erster Linie an solchen Stellen erfolgen, wo sich heute noch Vorkommen der Kennarten des Wintergrün-Kiefernwaldes wie das namengebende Doldige Winterlieb (*Chimaphila umbellata*), das Grünliche Wintergrün (*Pyrola chlorantha*), die Frühlings-Küchenschelle (*Pulsatilla vernalis*), Flachbärlappe (*Diphysium*-Arten), die Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*) oder das Sand-Veilchen (*Viola rupestris*) auffinden lassen. Hilfreich für diese Pflanzenarten sind zudem das periodische Wiederholen von oberflächlichen Bodenverletzungen (insb. an südexponierten Dünen) sowie das Entfernen von Zwergsträuchern und Grasfilzdecken in deren Wuchsortbereich (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 53). Von der Öffnung der Sand-Kiefernwälder, von der Schaffung von Lichtungen und der Beseitigung der Humusdecken profitiert insbesondere im Waldrandbereich auch der Ziegenmelker, der geschlossene, dichtstehende Sand-Kiefernwald-Forsten als Habitat nicht nutzen kann. Es empfiehlt sich, die Pflegemaßnahmen in für den Artenschutz wertvollen Sand-Kiefernwäldern auf die Art(en) abzustimmen, die sich noch vor Ort nachweisen lassen. Im nachfolgenden Kapitel erfolgen hierzu noch weiterführende Hinweise.

4.2.2.2 Pflege bestimmter Arten

Gezielte und geplante Pflegemaßnahmen zur Unterstützung akut bedrohter Arten stellen gewissermaßen ein "Notprogramm" innerhalb jedes Pflege- und Entwicklungskonzeptes zu Sandrasen-Lebensräumen dar. Intakte Sandrasen-Lebensräume würden keiner gezielten Artenschutzmaßnahmen bedürfen. In ihnen könnten sich die heute besonders gefährdeten Arten in Populationsstärken und Populationsstrukturen halten, die das Aussterben zu einem unwahrscheinlichen Ereignis werden ließen.

Für das Verschwinden und die akute starke Bedrohung fast der Mehrzahl der Arten der Sandrasen-Lebensräume tragen Schrumpfung und Zersplitterung, mit der Verbrachung einhergehende Erscheinungen wie Verwaldung, Verbuschung, Vergrasung und Verkrautung (vgl. Kap. 2.2) sowie die durch Eutrophierung verursachten Nivellierungen (vgl. Kap. 2.3.2, S.131) die Verantwortung. Ohne eine Sanierung der Sandrasen-Lebensräume auf bestimmte Mindestgrößen und Mindestqualitäten hin, auf ein Mindestmaß an Einbindung in die Vernetzungsstrukturen der sie tragenden Landschaft, bleiben gezielte Artenhilfsmaßnahmen auf Dauer nur Stückwerk! Gezielte Artenhilfsmaßnahmen lassen sich deshalb nur in Gebieten rechtfertigen, die zugleich mit einem umfassenden Sanierungs-, Renaturierungs- und Erweiterungsmanagement bedacht werden.

Solange sich die Populationen von bestimmten Pflanzen- und Tierarten in einem kritischen Stadium befinden, können gezielte Hilfsmaßnahmen dazu

beitragen, den akuten Kollaps zu verhindern. Es muß allerdings davor gewarnt werden, die Pflege ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der momentanen Verträglichkeit für diese Zielarten auszuwählen. Wie bereits im Kapitel 2.1.3, S.116 hierzu ausgeführt wurde, sollten grundsätzlich nur Pflegeverfahren für Sandrasen-Lebensräume in Betracht gezogen werden, die ökosystemerhaltend wirken. Eine Behandlung, die Degradationsprozesse wie zunehmende Verwaldung, Verbuschung oder Vergrasung weiterhin fortwirken läßt, ist angesichts der akuten Bedrohung der Lebensgemeinschaft Sandrasen nicht vertretbar! Eine solche Vorgehensweise nimmt den Verlust des Sandrasen-Lebensraumes mit in Kauf!

Eine gezielte, auf bestimmte Pflanzen- und Kleintierarten hin bezogene Pflege kann höhere Populationsdichten erzeugen, als es die traditionelle, ökosystemerhaltende Bewirtschaftung vermag. Zahlreiche Pflanzen- und Kleintierarten dürften in schafbeweideten Sandrasen-Lebensräumen Populationsmaxima in Weideruhejahren bzw. in den ersten Jahren nach dem Brachfallen erzielen. Zur langfristigen Erhaltung des für diese Arten günstigen mikroklimatischen Charakters der Sandrasen ist die Beweidung an sich notwendig, auch wenn sie vielfach in beweideten Flächen in geringerer Dichte erscheinen, da sie durch Beweidung mittelbare (teilweiser Entzug der Nahrungsbasis) und unmittelbare Beeinträchtigungen (Tritt) erleiden.

Eine auf Einzelarten hin abgestimmte, oft manuell betriebene Sonderpflege ist wegen des relativ hohen Kostenaufwandes, der notwendigen, hohen fachlichen Qualifikation des Pflegepersonals letztlich nur auf begrenzter Fläche umsetzbar. Sonderpflege kann schon aus organisatorischen Gründen kaum auf großer Fläche betrieben werden, abgesehen davon, daß dies auch vielfach aus Gründen einer magerrasengerechten Behandlung gar nicht wünschenswert ist.

Auf lange Sicht kann es nicht das Ziel des Artenschutzes darstellen, künstlich hohe und labile Populationsdichten zu erzeugen. Zur dauerhaften Erhaltung hochwertiger Arten ist es vielmehr erforderlich, ihnen wieder ausreichend große Lebensräume zur Verfügung zu stellen, so daß mit einer an die traditionelle Bewirtschaftung angelehnten Pflege ein Zurückdrängen ihrer Populationen auf ein kritisches Maß nicht mehr möglich ist. Von zwei gleichstarken Populationen ist zweifellos diejenige weniger gefährdet, die bei geringer Populationsdichte auf einer großen, ökosystemgerecht gepflegten Fläche lebt. Die Population, die auf kleiner Fläche in einer durch Sonderpflege künstlich hochgehaltenen Populationsdichte existiert, bleibt wesentlich störanfälliger.

Die spezielle, auf Erhaltung bestimmter Arten hin bezogene Pflege soll und kann mithin nur ein mittelfristig einsetzbares Notinstrument darstellen, um das akute Aussterben von Arten zu verhindern. Sie sollte auch heute in Sandrasen-Lebensräumen nur auf Teilflächen praktiziert und dort so ökosystem-

gerecht (vgl. Kap. 1.7, S.74, 2.1.4, 4.2.1.1, S. 172) wie möglich durchgeführt werden.

Eine artenbezogene Sonderpflege kann zumeist nur für eine begrenzte Auswahl von Arten ins Auge gefaßt werden. Derartige Pflegemaßnahmen sollen in erster Linie Arten gelten,

- die für ganz bestimmte, heute selten gewordene Standortkonfigurationen bzw. Habitat-Typen stehen und repräsentativ für weitere unscheinbare Arten sind;
- von denen bekannt ist, daß ihre Bedürfnisse bei der gegenwärtig vorgenommenen "Grundpflege" nicht ausreichend berücksichtigt werden. Ihnen ist oft schon geholfen, wenn zum Beispiel zusätzlich gezielt kleinflächige Pionierstandorte angelegt werden;
- deren Populationsentwicklung sich überprüfen läßt, so daß Erfolgskontrollen möglich sind.

Ferner sollte man sich darüber im klaren sein, daß eine artbezogene Sonderpflege auch weitere wertvolle Arten unter Umständen in ihrer Entwicklung behindern kann. Ein artspezifisches Management setzt daher stets einen Abwägungsprozeß voraus.

Bei der nachfolgenden Auswahl der Arten, für die zusätzliche Sonderpflegemaßnahmen vorgenommen werden können, sind Pflanzen- und Tierarten besonders berücksichtigt, für die diese Kriterien gelten. Darüber hinaus sind in dieser Auswahl einige weitere, hochgradig bedrohte Arten berücksichtigt sowie Biotopkomplex-Bewohner aufgeführt, deren Lebensraum gewöhnlich über den Sandrasen-Komplex hinausgreift.

4.2.2.2.1 Farn- und Blütenpflanzen

Zu den Pflanzenarten, die im Kapitel 1.4.2 näher beschrieben wurden, werden nachfolgend in derselben Reihenfolge Pflegehinweise und Pflegeempfehlungen ausgesprochen. Mit Ausnahme der Silberschärpe (*Jurinea cyanoides*) (vgl. Foto 8) wird für die Sandrasen-Arten, die in Bayern nur noch an ein oder zwei Standorten vorkommen, in diesem Band auf die Erstellung von Pflegeempfehlungen verzichtet. Für diese Arten müssen, soweit noch nicht geschehen, wuchsortbezogene Schutzkonzepte entwickelt werden, die sich exakt an den Schutz- und Pflegeproblemen vor Ort orientieren. Zu diesen Arten gehören in den Sandrasen-Lebensräumen z.B. *Alyssum montanum subsp. gmelini*, *Botrychium matricariifolium*, *Silene conica*, *Spergula pentandra*, die in diesem Kapitel mitbehandelte *Jurinea cyanoides* sowie im Falle des Wiederauftretens *Dracocephalum ruschiana*, *Pulsatilla patens* (auf Sand!) und *Minuartia viscosa*.

Die Pflege der Sandrasen-Lebensräume ist im Wuchsortbereich dieser Arten so zu gestalten, daß sie nach Möglichkeit gefördert werden. Es bedarf für diese Wuchsorte in jedem Fall einer fachlich fundierten Spezialpflege.

Die in Kapitel 1.4.2 gewählte Reihenfolge der behandelten Pflanzenarten wird eingehalten. Dort fin-

den sich auch weitere Angaben zur Biologie der Pflanzen.

Androsace septentrionalis - (Nordischer Mannsschild)

Der Nordische Mannsschild bevorzugt als Wuchsort kleine Bodenöffnungen (vgl. Foto 9) kryptogamenreicher Halbschlußrasen und tritt dort in hoher Konzentration vor allem an schwach ruderalisierten Stellen auf. Um *Androsace septentrionalis* zu fördern, sind kleinflächige Pionierflächen anzulegen, wobei Offensandstellen innerhalb der kryptogamenreichen Halbschlußrasen von wenigen dm Durchmesser oder fahrspurartige Längsstrukturen von 1 dm Breite ausreichen und nicht wesentlich überschritten werden sollten. Mit der Anlage lediglich einiger großflächiger Pionierstandorte ist dem Nordischen Mannsschild nicht geholfen, da er diese Stellen nicht besiedelt.

Arnoseris minima - (Lämmersalat)

Wichtigste Maßnahme zur Förderung des Lämmersalats ist die Aushagerung und danach die Behandlung von Sandacker-Randstreifen in Form der kontrollierten Brache. Alle 3-5 Jahre empfiehlt es sich, den Acker-Randstreifen umzubrechen, wobei der Streifen in mehrere Teilabschnitte aufgeteilt werden kann, in denen der Umbruch in unterschiedlichen Jahren erfolgt. Günstige standörtliche Voraussetzungen für *Arnoseris* bieten offenbar vor allem solche Sandacker-Randstreifen, die nicht voll besonnt werden und sich in enger Nachbarschaft zu Kiefernwäldern befinden.

Chimaphila umbellata - (Doldiges Winterlieb)

Zur Erhaltung des Doldigen Winterliebs sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 52):

- Streurechen auf Flächen mit dichten Humusaufgaben, den Wuchsortbereich nur vorsichtig miteinbeziehen oder aussparen. Auf der abgerechneten Fläche kann sich *Chimaphila* ansiedeln;
- *Chimaphila umbellata* ist schattenverträglicher als andere Arten des PYROLO-PINETUM. Das Auslichten ist nur bei völligem Kronenschluß des Kiefernschirmes notwendig;
- Jung-Kiefern stehen lassen, da sich das Doldige Winterlieb gerne in Stammnähe 15-20 jähriger Kiefern in Moosrasen ansiedelt;
- Keine Düngung und Aufforstung des Standorts;
- Herausschlagen von Laubbölgern und Brombeergestrüpp;
- sofern durchführbar, behutsame und extensive Waldweide vornehmen.

Diphysium complanatum agg. - (Flachbärlappe)

Zur Erhaltung und Förderung von *Diphysium*-Vorkommen sind folgende Maßnahmen geboten (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 55):

- Auflichtung der Kiefernbestände bei starker Beschattung, jedoch keine Kahlschläge;
- Erhaltung von Kiefern-Altholzbeständen;

- Eindämmung von *Vaccinium myrtillus*-Beständen;
- sofern möglich, Durchführung der Waldweide.

Dringend erforderlich ist die Rücknahme und Unterbindungen von Fichtenaufforstungen.

***Helichrysum arenarium* - (Sandstrohlblume)**

Die Existenz von *Helichrysum arenarium* hängt vom Vorkommen Kryptogamen-dominiertes Halbschlußstadien ab. Kurzzeitig intensive Beweidung (zur Öffnung des Bodens) im Wechsel mit mehrjährigen Ruheperioden (um die Sandstrohlblumen-Entwicklung nicht dem schädigenden Verbiß auszusetzen), Fernhalten regelmäßiger mechanischer Belastungen (Befahren, Reiten, Tritt) sind für das Fortbestehen der Sandstrohlblume wichtig. Zur Bestandserhaltung von *Helichrysum* ist es darüber hinaus notwendig, dem Rasenschluß horstbildender Gräser wie *Festuca ovina* agg. oder Zwergsträuchern entgegenzuwirken.

Helichrysum findet ihr Optimum an Plätzen mit ehemaliger Bodenverwundung vor, an denen sich zwischenzeitlich dunkle Moosrasen angesiedelt haben, die zur "Kontinentalisierung" des Standortcharakters beitragen. Durch Gräser und Zwergsträucher zugewachsene Stellen im Wuchsortbereich der Strohlblume sollten kleinflächig abgetragen werden, um *Helichrysum* mittelfristig besiedelbare Standorte anzubieten. Gegen Beschattung ist die Sandstrohlblume empfindlich; die Wuchsorte müssen daher offengehalten werden.

***Jurinea cyanoides* - (Silberscharte)**

In den ökologischen Ansprüchen gleicht die Silberscharte der Sandstrohlblume weitgehend, so daß die für *Helichrysum arenarium* gegebenen Empfehlungen auch für *Jurinea cyanoides* gelten. *Jurinea* siedelt sich allerdings noch strenger als *Helichrysum* nur an Stellen an, die bereits eine geschlossene Moosdecke aufweisen. Ebenso wie *Helichrysum* zieht sich *Jurinea* aus sich schließenden Schwingelrasen zurück, so daß es notwendig ist, diese Rasen periodisch aufzureißen.

***Mibora minima* - (Zwerggras)**

Das Zwerggras wird durch Sandacker-Nutzung begünstigt, profitiert also vom gelegentlichen Umbruch des Sandbodens. Je nährstoffärmer der Standort ist, desto günstigere Konkurrenzbedingungen ergeben sich für das Zwerggras. Abpufferung und Aushagerung des Wuchsortbereichs sowie gelegentliches Umbrechen des Bodens sollten zur Förderung des Zwerggrases vorgenommen werden.

***Pulsatilla vernalis* - (Frühlings-Küchenschelle)**

Zur Erhaltung der Frühlings-Küchenschelle sind folgende Maßnahmen durchzuführen (vgl. SCHEUERER et al. 1991: 51):

- Düngungen sowie Anpflanzungen von z.B. Fichten unbedingt unterbinden;
- Streurechen im mehrjährigen Turnus;
- sofern durchführbar, gelegentlich Waldweide vornehmen;

- Verhinderung des Kronenschlusses der Kiefernbestände;
- Herausnahme von Laubgehölzen aus den Sand-Kiefernwäldern im engeren Wuchsortbereich der Frühlings-Küchenschelle;
- Schaffung kleinflächiger, offener, humusarmer, wenig austrocknender Stellen als potentielle Keimstandorte;
- Entfernung der Brombeeren durch gelegentliches Abmähen.

Es ist darauf zu achten, daß nicht der gesamte Bodenbewuchs und Humus um den Stock von Adultpflanzen abgetragen wird. Dies kann zur Austrocknung des Wurzelstocks und somit zum Absterben der Pflanzen führen. Den offenen Boden benötigen zwar die Jungpflanzen zum Keimen, die Adultpflanzen vertragen jedoch nicht die völlige Entfernung des Humus.

4.2.2.2 Tierarten

Im Rahmen dieses Bandes können nur für einen Bruchteil der in bayerischen Sandrasen-Gebieten vorkommenden Tierarten spezielle Pflegehinweise gegeben werden. Es wurde jedoch bei der Entwicklung der allgemeinen Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele darauf geachtet, die Ansprüche des gesamten Spektrums der Sandrasenfauna mit zu berücksichtigen.

In diesem Kapitel werden vorzugsweise für solche Arten Pflegeanweisungen gegeben, die aufgrund ihrer starken Gefährdung der besonderen Aufmerksamkeit des Naturschutzes bedürfen und die zugleich

- besondere Anforderungen nicht nur an die Sandrasen-Gebiete i.e.S., sondern auch an die Ausstattung und Pflege des landschaftlichen Umfelds stellen, da ihre Lebensräume über die Sandbiotope hinausgreifen;
- auf bestimmte Pflegeformen besonders empfindlich reagieren (kritische Arten, deren Kolonien bei bestimmten Pflegeformen ungewollt beeinträchtigt werden können);
- in ihrem Fortbestand vom baldigen Ergreifen geeigneter Pflegemaßnahmen abhängen (akuter Handlungsbedarf).

Für Arten, deren Ansprüche noch nicht ausreichend bekannt sind, wird auf die Formulierung spezieller Pflegevorschläge verzichtet.

Die Pflegehinweise leiten sich ab aus den Ansprüchen der Arten und ihrer Reaktion auf Nutzungs- und Pflegeeingriffe (dargestellt in Kap. 1.5 und den Fauna-Teilen des Kap. 2). Wir weisen ausdrücklich darauf hin, daß Pflegemaßnahmen insbesondere in den Habitaten von Arten, die in Bayern nur noch wenige Vorkommen besitzen (Gef. Grad 1 nach den RL Bayern 1992), nur unter wissenschaftlicher Begleitung und Erfolgskontrolle durchgeführt werden sollen. Die in Kapitel 1.5 gewählte Reihenfolge der behandelten Tierarten wird eingehalten. Dort finden sich auch weitere Angaben zur Biologie.

4.2.2.2.1 Vögel

Brachpieper - (*Anthus campestris*)

Der in Bayern vom Aussterben bedrohte Brachpieper zeichnet sich von allen in diesem Band behandelten Tierarten wohl durch den größten Flächenbedarf an vegetationsfreien und vegetationsarmen Sanden aus. Um diesem Vogel geeignete Bruthabitate zur Verfügung zu stellen, sollten mehrere Hektar große Sandabbauflächen offengehalten werden. Nur über das Offenhalten von großflächigen Sandgruben, flachabgeschobenen Sandabbauen und Offensandflächen in Truppenübungsplätzen ist der Brachpieper als Brutvogel in Bayern zu erhalten. Im einzelnen kann der Brachpieper durch folgende, gezielte Maßnahmen gefördert werden (vgl. HÖLZINGER 1987: 1174):

- Erhaltung vegetationsarmer Sandflächen; Aufforstungen sollten in Brachpieper-Brutgebieten unbedingt unterbleiben!
- Absperrungen gegen Besucher. Verbot des Befahrens von Brachpieper-Brutgebieten mit Fahrzeugen in der Zeit von Mitte März bis zur Räumung dieser Gebiete durch den Brachpieper um Mitte August*. Auf die Standortskommandantur von Truppenübungsplätzen ist darauf hinzuwirken, Brutgebiete des Brachpiepers in diesem Zeitraum von militärischen Übungen möglichst auszunehmen.
- Öffnen zu klein gewordener, offener, vegetationsarmer Sandfluren durch Abräumung von Kiefernforsten und Einleitung von Wiederherstellungsmaßnahmen (vgl. Kap. 4.2.4.2, S.210, und 4.2.4.5) zur Anlage von ausgedehnten Pionierflächen. Das Abschieben der obersten Bodenschicht im 4-jährigen Turnus im Winterhalbjahr vornehmen, um einem zunehmenden Vegetationsschluß entgegenzuwirken.
- Stilllegung von Sandäckern im Umfeldbereich der Brutplätze des Brachpiepers.
- In Gebieten mit Brachpieper-Vorkommen die Genehmigung des gewerblichen Sandabbaus mit der Verpflichtung verbinden, nach der Gruben-Stilllegung Biotop-Gestaltungsmaßnahmen durchzuführen, die auf die Bedürfnisse dieses Vogels hin abgestimmt sind.

Ziegenmelker - (*Caprimulgus europaeus*)

Der in Bayern ebenfalls vom Aussterben bedrohte Ziegenmelker besitzt im Unterschied zum Brachpieper sein Schwergewicht innerhalb der Sandbiotope deutlich auf dem bewaldeten Flügel. Dennoch ist auch der Ziegenmelker auf ausreichend große Lichtungen und Offensandstellen angewiesen. Dicht bestockte Kiefernforste sind für ihn als Lebensraum ungeeignet, so daß in Sand-Kiefernwald-Gebieten, wo dieser Vogel (noch) vorkommt, Auflockerungen der Bestandesstruktur, das Einflechten von Lichtun-

gen und kleiner Schneisen dringend erwünscht ist. Mit folgenden Maßnahmen läßt sich der Ziegenmelker gezielt unterstützen (vgl. auch HÖLZINGER 1987: 1110 f.):

- Anlage von über 1,5 Hektar großen Kahlschlägen als Bruthabitate;
- Entfernung von Trockenmoder- und Rohhumusaufgaben durch Abrechen und Abplaggen auf den Brut-Lichtungen;
- keine Pflegemaßnahmen und keine forstlichen Arbeiten in der Zeit von Mitte April bis Mitte August in Brutgebieten des Ziegenmelkers vornehmen;
- keine Insektizidanwendung in Kiefernforsten;
- keine Asphaltierung von Wirtschaftswegen in Ziegenmelker-Brutgebieten;
- Beschränkungen und Lenkungen des Besucherverkehrs.

Heide-Lerche - (*Lullula arborea*)

Die Heidelerche bevorzugt in Sandgebieten Habitatstrukturen, die sich zwischen denen des Brachpiepers und des Ziegenmelkers einfügen. Hinsichtlich des Wärmebedarfs ist sie weniger anspruchsvoll, kommt auch in kühleren Naturräumen vor und erscheint zeitiger im Frühjahr. Das Ausschalten von Störungen muß in Heidelerchen-Brutgebieten mindestens 4-6 Wochen früher erfolgen als es beim Brachpieper und beim Ziegenmelker notwendig ist. Neben der Erhaltung und Sicherung geeigneter Lebensräume ist vor allem eine drastische Einschränkung des Einsatzes von Umweltchemikalien zur Erhaltung dieser Vogelart unverzichtbar (vgl. HÖLZINGER 1987: 1159). Für Sandgebiete mit Vorkommen der Heidelerche gelten folgende Empfehlungen:

- Dichte Kiefernforste auf Sand sind aufzulichten, um zumindest die Barriere-Wirkungen zwischen verbliebenen Einzelvorkommen aufzuheben;
- Fernhalten und Steuerung des Besucherbetriebes ab Mitte Februar bis Mitte September;
- extensive Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen in der Umgebung der Brutplätze mit möglichst geringer Anwendung von Insektiziden;
- Sandgruben nicht aufforsten.

4.2.2.2.2 Reptilien und Amphibien

Kreuzotter - (*Vipera berus*)

Die in Sand-Lebensräumen vom Aussterben bedrohte Kreuzotter profitiert in diesem Lebensraumtyp von der Auflichtung dichtstockender Kiefernforste, der Aufweichung der Waldrandbereiche (Leitbild D, vgl. Kap. 4.2.1.2.2, S.176) und der Anlage kleiner, besonnener und windgeschützter Sandstellen zur Thermoregulation vorzugsweise in Waldrandlage. Eine wirksame Hilfsmaßnahme stellt die Anlage von Kleingewässern in den Sandrasen-

* Es empfiehlt sich allerdings, die Befahrung der Brachpieper-Brutgebiete erst ab Anfang Oktober zu gestatten, da in der zweiten Augushälfte und im Monat September Offensandbiotope noch von hochwertigen Insektenarten (Wildbienen, Blaue Sandschrecke etc.) genutzt werden.

Lebensräumen dar, die als Nahrungsbiotope vor allem von Jungtieren angenommen werden. Baumstümpfe, Stubben und Zwergstrauchbestände zur Deckung müssen vorhanden sein. Da die Kreuzotter sehr störanfällig ist, muß in Sandrasen-Lebensräumen mit Kreuzotter-Vorkommen eine ggfs. Steuerung des Besucher- und Freizeitbetriebes stattfinden.

Zaun-Eidechse - (*Lacerta agilis*)

Das mit Abstand häufigste Reptil der Sandrasen-Lebensräume läßt sich durch folgende Maßnahmen gezielt fördern:

- Entbuschungen auf sich bewaldenden Sandfluren sind im Winter vorzunehmen, kleine Gehölzinseln sollten stehen bleiben. Die Wurzelstrünke sind im Boden zu belassen, um die Ruheperiode überwinternder Tiere nicht zu stören.
- Anlage von einige Quadratmeter großen vegetationsfreien Stellen (Aufwärmplätze).
- Lenkung des Besucherverkehrs. Anlage von Fußwegen, die weitläufig um die Hauptaufenthaltsbereiche der Eidechsen herumgeführt werden.

Knoblauch-Kröte - (*Pelobates fuscus*)

Unter den einheimischen Amphibien zeigt die Knoblauch-Kröte wohl die deutlichste Bindung an Sandrasen-Lebensräume. Wichtig für die Knoblauch-Kröte sind günstige Komplexverbindungen aus Sandrasen, Offensand- und lichten Kiefernwaldbiotopen mit beständigen Kleingewässern, die als Laichbiotope genutzt werden. Das Leitbild G (vgl. Kap. 4.2.1.2.2) gibt einen Lebensraumkomplex aus Laich- und Landhabitaten wieder, der auf die ökologischen Bedürfnisse der Knoblauch-Kröte besonders günstig zugeschnitten ist. Folgende Hilfsmaßnahmen können für noch existente Populationen der Knoblauch-Kröte vorgenommen werden:

- Anlage von offenen Sandflächen im Abstand von 200 - 400 Meter (GLANDT 1983) von Laichgewässern;
- und umgekehrt Anlage von geeigneten Laichgewässern in der nahen Umgebung der Flugsand- und Dünengebiete;
- Auf die Beseitigung von Barrierestrukturen wie z.B. dichtstehende Kiefernforsten (Auflichtung) oder Straßen ist hinzuwirken.

Kreuz-Kröte - (*Bufo calamita*)

Die an Sandrasen-Lebensräume weniger streng gebundene Kreuz-Kröte bevorzugt in Sandgebieten Standorte mit einer schütterten Vegetation und kleine, oft temporäre Flachgewässer zum Ablachen. Das Leitbild G zeigt einen Komplexlebensraum, der den Bedürfnissen der Kreuz- wie auch der Knoblauch-Kröte entgegenkommt. Abgesehen von den unterschiedlichen Ansprüchen an die Beschaffenheit des Laichgewässers gelten als Artenhilfsmaßnahmen für die Kreuz-Kröte die zur Knoblauch-Kröte vorgebrachten Empfehlungen mit.

4.2.2.2.3 Insekten und Spinnen

Vorläufig ist es nur für einen Teil der in Kapitel 1.5 erwähnten Spinnen- und Insektenarten möglich, konkrete artbezogene Empfehlungen zur Bestandessicherung anzubieten. Wir beschränken uns daher auf eine Auswahl von Insekten- und Spinnenarten, die bei der Planung von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen mitherangezogen werden sollen.

A) Tagfalter

Kleiner Waldportier - (*Hipparchia hermione*)

Überall dort, wo sich noch Populations-Reste des vor dem Aussterben stehenden Kleinen Waldportiers nachweisen lassen oder wieder aufgefunden werden, sind Auflichtungen der Kiefernwälder, die Wiederherstellung sonnexponierter Kiefern-Waldrandzonen und die Schaffung eines reichen Angebots an blanken Sandplätzen am Waldrand und in Innenwaldsäumen dringend und vorrangig geboten. Als Habitatbestandteil dürfen starke Kiefernstämme in Waldrandnähe nicht fehlen, die Sonnenschutz bei starker mittäglicher Sonneneinstrahlung bieten können. Dasselbe gilt für ein reiches Blütenangebot insbesondere an *Thymus serpyllum*, darüber hinaus auch an Gattungen wie *Knautia* und *Centaurea*.

Rostbinde - (*Hipparchia semele*)

Für Sandrasen-Lebensräume gelten für die Rostbinde dieselben Empfehlungen wie zum Kleinen Waldportier. Der benötigte Lebensraumkomplex setzt sich aus lichten Sand-Kiefernwäldern, besonnten Waldrändern mit Schwingelgrasrasen (*Festuca ovina* agg. als Raupenfutterpflanze) und zumindest kleinflächigen, blanken Sandplätzen zusammen.

Idas-Bläuling - (*Lycaeides idas*)

Der in seiner Gefährdung vielfach unterschätzte Idas-Bläuling (vgl. EBERT & RENNWALD 1991 b: 328) ist nur zu erhalten, wenn seine Lebensräume (zumeist Sandabbau-Gebiete in Waldrandlage) offengehalten werden. Auf Aufforstungen als Nachfolgenutzung des Sandabbaus ist möglichst überall zu verzichten, wo sich diese Art noch nachweisen läßt. Entscheidend für das Fortbestehen des Idas-Bläulings ist die Erhaltung bzw. die gezielte Förderung lückiger, krüppeliger Besenginster-Bestände inmitten offener Sandfluren, die das Eiablagehabitat bilden. Von Entbuschungsmaßnahmen dürfen voll besonnte Partien mit lückigen Besenginster-Beständen zumindest nicht voll erfaßt werden. Geschlossene, hochgewachsene Besenginstergebüsche ohne ein xerothermes Bestandeklima sind als Habitat für den Idas-Bläuling anscheinend wertlos. Wegen der zumindest regional kritischen Bestandes-Situation besteht akuter Handlungsbedarf bei Artenhilfsmaßnahmen.

Sonnenröschen-Bläuling - (*Aricia agestis*)

Der Sonnenröschen-Bläuling ist hinsichtlich seiner Habitatansprüche weniger wählerisch als die vorgenannten Arten. Verzicht auf die Rekultivierung und Aufforstung von Sandgruben, Belassen und Anlage (durch Stilllegen von Sandäcker) krautreicher Sandruderalfluren (z.B. Graukressenflur) mit *Erodium*

cutarium, *Jasione montana* tragen zur Bestandserhaltung dieses Bläulings bei.

Kleiner Feuerfalter - (*Lycaena phlaeas*)

Der bereits deutlich zurückgehende Kleine Feuerfalter profitiert noch deutlicher als der Sonnenröschen-Bläuling von der Existenz offener und halboffener Sandruderalfluren. Nach Brachlegung von Sandäckern im Umfeld von Sandrasen und Sand-Kiefernwäldern stellen sich binnen Jahresfrist blütenreiche Ruderalfluren ein, so daß der Kleine Feuerfalter ohne großen Aufwand unterstützt werden kann.

B) Heuschrecken

Blaüflügelige Sandschrecke - (*Sphingonotus caeruleus*)

Die Blaüflügelige Sandschrecke zeichnet sich unter den Insektenarten vermutlich durch den größten Flächenanspruch an vegetationslosen oder allenfalls sehr schütter bewachsenen Sandbiotopen aus. Man kann deshalb davon ausgehen, daß überall dort, wo sich Populationen der Blaüflügeligen Sandschrecke zu behaupten vermögen, das Mindestareal des Habitat- und Standort-Typs "Offensand" noch vorhanden ist, das zur Erhaltung der Kleintierfauna der Sandrasen-Ökosysteme benötigt wird.

Wegen der akuten Aussterbegefahr dieser Schreckenart in Bayern sind für sämtliche noch existierenden Vorkommen die Möglichkeiten vor Ort abzuklären, den für lebensfähige *Sphingonotus*-Populationen notwendigen Flächenbedarf sicher- bzw. wiederherzustellen. Für den benötigten Habitat-Typ "vegetationsfreie und vegetationsarme Offensande" sollten Flächen in einer Größenordnung von nicht unter 0,5 Hektar anvisiert werden! Ausgedehnte Pionierstellen sollten im Umfeld bestehender Sandrasen angelegt werden. Dies kann durch Ackerstilllegung und ein anschließendes Abschieben der obersten Bodenschichten geschehen (vgl. Kap. 4.2.4.2, S.210). In Sandrasen-Lebensräumen wie den Siegenburger und Offenstettener Dünen lassen sich derart ausgedehnte Offensande am besten an südexponierten Dünenflanken durch Zurücksetzen des Kiefernwaldes und durch das anschließende vollständige Abrechen der Streudecken erzeugen. Eine Vergrößerung des besiedelbaren Lebensraumes ist darüber hinaus durch eine Verbesserung des "inneren" Verbundes der Offensand-Strukturen anzusteuern (vgl. Kap. 4.2.1.2.1, Leitbild B, S. 174).

Wegen der akuten Gefährdung der Blauen Sandschrecke besteht akuter Handlungsbedarf, um das Fortschreiten des Aussterbeprozesses dieser Sandbiotop-Charakterart schlechthin zu stoppen. In Sand-Regionen, die noch über Vorkommen der Blauen Sandschrecke verfügen, könnte die Genehmigung des gewerblichen Sandabbaus an Auflagen gekoppelt werden, die nach der Stilllegung dazu verpflichten, für die Blaüflügelige Sandschrecke besiedelbare Sand-Biotope anzulegen. In aufgelassenen Sandgruben mit *Sphingonotus*-Vorkommen sind zugewachsene Bereiche von Zeit zu Zeit wieder freizuräumen.

Blaüflügelige Ödlandschrecke - (*Oedipoda caerulescens*)

Zur Erhaltung von Populationen der Blaüflügeligen Ödlandschrecke gelten dieselben Pflege-Empfehlungen wie für die Blaüflügelige Sandschrecke. Ihr Flächenbedarf an vegetationsfreie und vegetationsarme Standorte liegt deutlich niedriger als bei der Sandschrecke. Der nötige Flächenbedarf an vegetationsfreien und vegetationsarmen Sandflächen scheint schon bei einer Größenordnung von ca. 1000 m² gedeckt zu sein.

Steppen-Grashüpfer - (*Chorthippus vagans*)

Der Steppen-Grashüpfer hat innerhalb der Sandrasen-Ökosysteme seinen Vorkommensschwerpunkt in den eigentlichen Sandrasen und in lichten Waldrandbereichen, wobei er kryptogamenreiche, halbgeschlossene und geschlossene Rasenstrukturen gegenüber den Offensandbereichen bevorzugt. Bei Handlungsbedarf lassen sich Lebensraum-Erweiterungen am ehesten durch Auslichten und Zurücksetzen von Kiefernwäldern herbeiführen, wobei die Streu anschließend zumindest nicht vollständig weggerecht werden sollte und Vergrasungen nur teilweise beseitigt werden dürfen. Dichtstockende Kiefernforsten mit Barriere-Wirkung sollten ggfs. so stark aufgelichtet werden, daß sie für den Steppen-Grashüpfer besiedelbar sind.

Gefleckte Keulenschrecke - (*Myrmeleotettix maculatus*)

Die Gefleckte Keulenschrecke ähnelt in ihren Habitatansprüchen in Sandrasen-Ökosystemen der Blaüflügeligen Ödlandschrecke, weist aber bei weitem nicht einen so hohen Wärmeanspruch auf. Gezielte, eigends auf die Art abgestimmte Förderungen sind vorläufig nicht notwendig. Regelmäßiges Öffnen des Bodens und das Neuanlegen von Pionierstandorten, von denen die Gefleckte Keulenschrecke profitiert, sollen nach Grundpflegeziel Nr. 4 (vgl. Kap. 4.2.1.1, S.172) ganz generell in Sandrasen-Ökosystemen vorgenommen werden.

C) Wildbienen

Unter den sandbewohnenden Wildbienen sind zahlreiche Arten bekannt, die als Komplex-Biotopbewohner einzuordnen sind. Brut- und Larvalhabitate liegen bei den *Sandnistern* in Offensand- und Sandrasen-Bereichen, als Nahrungshabitate werden Biotope außerhalb der eigentlichen Sandfluren aufgesucht. Der Aufbau von Biotop-Verbunden (vgl. Kap. 4.2.5, S.212) mit folgenden Biotop-Typen ist zur Erhaltung der sandnistenden Wildbienen vorrangig zu betreiben:

Sand-Ruderalfluren:

In den wärmegebundenen Sand-Ruderalfluren gedeihen verschiedene Disteln, Ruderalarten wie *Anchusa officinalis*, *Picris hieracoides* usw., die als Nahrungsquelle für Sandbienen-Arten wie *Anthophora bimaculata* und *Andrena lituratum* genutzt werden. Die vom Aussterben bedrohte Sandbienen-Art *Colletes marginatus* ist beim Blütenbesuch auf Schmetterlingsblütler spezialisiert. Leitbild F (vgl. Kap. 4.2.1.2.2, S.176) verdeutlicht, wo und wie in

Erweiterungsbereichen von Sandrasen-Lebensräumen Ruderalfluren mit diesen Nahrungspflanzen integriert werden können.

Weidengebüsche (*Salix spec.*) in Auen oder auf Waldschlägen:

Von den Sandnistern *Colletes cunicularius*, *Andrena apicata*, *Andrena nyctemera*, *Andrena sericata*, *Andrena ventralis* und *Andrena vaga* ist bekannt (vgl. Kap. 1.5.2.3.3), daß sie als Pollenquelle ausschließlich Weiden-Arten nutzen.

Die **Ganzsiedler** verlassen dagegen die Sand-Lebensräume niemals, sind dort aber auf das Vorhandensein mehrerer Habitatbestandteile angewiesen: Die Steppenbiene *Nomioides minutissimus* nistet in Sandröhren in Offensand-Gebieten und benötigt den Sand-Thymian als Hauptpollenquelle, so daß Offensand-Partien und reife Sandrasen in einem engen räumlichen Zusammenhang nebeneinander vorkommen müssen, damit diese Art (die in dieser Eigenschaft für viele Wildbienen steht) überhaupt existieren kann.

Die Offensand-Biotope müssen ihrerseits in unterschiedlichsten Ausprägungen auftreten, um den Ansprüchen einer reichhaltigen Sandrasen-Wildbienenfauna gerecht zu werden. Von den einzelnen Arten werden Sandstandorte mit unterschiedlicher Bindigkeit des Substrats präferiert, ebenso sind die Ansprüche an die Neigung und Exposition sehr unterschiedlich. Neben horizontalen oder flach geneigten Offensandflächen müssen auch vertikale Abbruchkanten vorhanden sein (vgl. Leitbild G, Kap. 4.2.1.2.3, S.180), wie sie auf natürliche Weise durch Winderosion oder durch Hangrutschungen entstehen und in Abbau-Gebieten auch gezielt angelegt werden können. Zu den Sandbienen-Arten, die als Bruthabitat senkrechte Strukturen bevorzugen, gehören beispielsweise *Halictus limbellus* und *Halictus quadrinotatus*. Unter den Insekten sind die Wildbienen in besonderer Weise darauf angewiesen, daß Lenkungen des Besucherverkehrs erfolgen. Das Betreten und das Befahren kann zu immensen Verlusten der Niststätten führen, die in den Offensand-Biotopen angelegt sind (vgl. Kap. 2.3.3.1.2). Die Lenkung des Freizeitbetriebes ist daher selbstverständlicher Bestandteil jeder sachgemäß betriebenen Pflege und Entwicklung von Sandrasen-Lebensräumen.

E) Spinnen

Uloborus walckenaerius

Diese Spinnenart des Mittelmeerraumes lebt in *Calluna*-Sandheiden, in denen die einzelnen *Calluna*-Horste nur eine lockere Bestandesstruktur aufweisen und dazwischen freier Sandboden zutage tritt. Durch Mitbeweidung von Waldrandbereichen, in denen das Heidekraut in Sandrasen-Ökosystemen hauptsächlich wächst, kann diese Spinnenart gefördert werden.

Alopecosa cursor

Diese Spinnenart besiedelt exakt die kryptogamenreichen Halbschlußstadien der Sandrasen-Lebensräume, die von *Helichrysum arenarium* und *Jurinea cyanoides* als Wuchsorte bevorzugt werden. Die für

die Pflege und Entwicklung dieser Stadien unter *Helichrysum arenarium* formulierten Empfehlungen (vgl. Kap. 4.2.2.2.1, S.198) dürften auch *Alopecosa cursor* zugute kommen.

Arctosa perita

Eine Spinnenart der Offensandbereiche. Durch Neuschaffung von Pionierstandorten (vgl. Text zur Blauflügeligen Sandschrecke) förderbar.

4.2.2.3 Pflegehinweise zu den Pflanzengemeinschaften

Die Pflegeplanung prinzipiell auf Pflanzengemeinschaften abzustellen ist schon deshalb nicht sinnvoll, weil sich eine derartige Planung nur ausnahmsweise unmittelbar in die Pflegepraxis umsetzen läßt. Pflegehinweise zu den einzelnen Pflanzengemeinschaften können jedoch Anregungen und Hinweise geben, welchen Pflegemaßnahmen in einzelnen Segmenten von Sandrasen-Lebensräumen der Vorzug gegeben werden soll.

Pflanzengemeinschaften so zu pflegen, daß sie den syntaxonomisch gefaßten Definitionen der Pflanzengesellschaften möglichst nahe kommen, stellt grundsätzlich kein Anliegen des Naturschutzes dar. Im Unterschied zu den Arten, sind die durch Charakter- und Differentialarten definierten Pflanzengesellschaften abstrakte und keine individualisierbaren Gegenstände mit einem Schutzwert an sich (vgl. FISCHER & PFADENHAUER 1991: 230 f.). Wertvoll sind syntaxonomisch "reine" Pflanzen-Gemeinschaften für die Vegetationskunde als Demonstrationsobjekt. Für den Syntaxonom können sie als Vergleichsobjekt sehr wertvoll sein, wenn es sich um Locus classicus-Bestände handelt.

Die Degradation von Sandrasen-Lebensräumen läßt sich zumeist rascher und sicherer anhand der Veränderungen der Pflanzen-Gemeinschaften vor Ort erkennen (Auftreten von Störarten, Überhandnahme von Sandrasen-Arten, die durch Brache und Eutrophierung zunächst begünstigt werden) als durch die Abnahme besonders hochwertiger Arten ablesen. Der Erfolg von Pflege- und Renaturierungsmaßnahmen sollte deshalb hauptsächlich an der Zustandsbeschaffenheit der Pflanzen-Gemeinschaften bemessen werden. Als Maßstab für "Intaktheit" darf in diesem Zusammenhang nicht die möglichst weitgehende Übereinstimmung mit syntaxonomisch definierten Einheiten herangezogen werden. Für diesen Zweck ist vielmehr auf das Auftreten bzw. Ausbleiben von "Warnarten" für Eutrophierung (vgl. Kap. 2.3.2.1), auf die Dominanzwerte von Brachezeigern und auf die "richtige" Struktur (z.B. eine gewisse Lückigkeit der Vegetation) zu achten. Wesentlich ist es, wie bereits näher unter Kap. 4.2.2.1.1 ausgeführt, das gesamte Sand-Ökosystem in einer dynamischen Sichtweise zu betrachten und durch vorausschauende Pflege stets alle Sukzessionsstadien präsent zu halten (jedoch auf wechselnden Flächen). Nachstehend werden zu den in Kap. 1.4.3, S.35 behandelten Pflanzengemeinschaften Pflegehinweise gegeben. Die in Kapitel 1.4.3 (S.35) gewählte Anordnung wird beibehalten.

A) Sandrasen-Gesellschaften i.e.S

- **Frühlingsspark-Silbergrasflur (SPERGULO-CORYNEPHORETUM)**

Kryptogamenarme, offene Form: Wenn nötig, Beseitigung aufkommender Gehölze vornehmen; mechanische Störungen zur Offenhaltung erforderlich, z.B. extensive Schafweide (1-3 Tage im Jahr), Tritt, gelegentliches Befahren mit leichten Fahrzeugen (z.B. Räder, leichte Motorräder), in Sandgruben auch Abgraben der obersten Sandschichten. Auf Verhinderung von Eutrophierungen ist zu achten.

Kryptogamenreiche, halbgeschlossene Form: Aufkommende Gehölze entfernen, für ca. eine Woche im Jahr Schafbeweidung vornehmen, anschließend 2-5 Jahre Beweidung aussetzen (Kontrollierte Brache). Sofern erforderlich, zwischenzeitlich kleinflächige Bodenöffnungen von maximal wenigen dm Durchmesser erzeugen (z.B. mit Drahtzinkenrechen). Sonst sind keine Pflegemaßnahmen erforderlich. Mechanische Belastungen vermeiden, auf keinen Fall unkontrolliertes Befahren gestatten, Tritt auf ein Minimum beschränken (z.B. für Gehölzbeseitigungen und weitere Pflegearbeiten). Eutrophierungseinflüsse sind unbedingt abzustellen.

- **Gmelins Steinkraut-Silberscharten-Gesellschaft**

Pflege wie bei der halbgeschlossenen, kryptogamenreichen Form der Frühlingsspark-Silbergrasflur vornehmen.

- **Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen (ARMERIO-FESTUCETUM)**

Schafbeweidung etwa 3-5 Tage im Jahr vornehmen. Beweidung nicht länger als 1-2 Jahre aussetzen. Auf eine gewisse Lückigkeit der Vegetation (ca. 5-10% offene Bodenstellen sollten vorhanden sein) achten, ebenso darauf, daß sich keine Grasfilzdecken bilden.

- **Kleinschmielenrasen und krautige Thero-phyten-Fluren (THERO-AIRION)**

Infolge der großen Ausbreitungsfreudigkeit der THERO-AIRION-Gesellschaften auf offenen, insbesondere +/- konsolidierten Sanden wirken sich mechanische Störungen positiv aus. Förderungen erfolgen durch gelegentliches Befahren (Ansiedlung der THERO-AIRION-Arten in Fahrspuren), durch mäßige Tritteinwirkung sowie durch Eggen. Empfindlich gegen Eutrophierung (abpuffern!). Der Erhalt der THERO-AIRION-Gesellschaften ist zumeist wegen der Kleinflächigkeit des Auftretens nur im Komplex mit Kontakteinheiten möglich.

B) Pflanzengemeinschaften der Sandäcker, Sandackerbrachen und Sandruderalfluren

- **Lämmersalatfluren/ARNOSERIDENION-Gesellschaften**

Sandacker-Randzonen auf ca. 20-30 Meter Breite zunächst aushagern und anschließend stilllegen. Günstige Aussichten auf das Aufkommen hochwertiger Sandacker-Unkräuter wie *Arnoiseris minima*, *Papaver argemone* usw. bestehen vor allem in Kontaktlage zu Sandrasen und Sandrasen-Resten sowie zu Sand-Kiefernwäldern (vgl. Kap. 4.2.2.1, S.198,

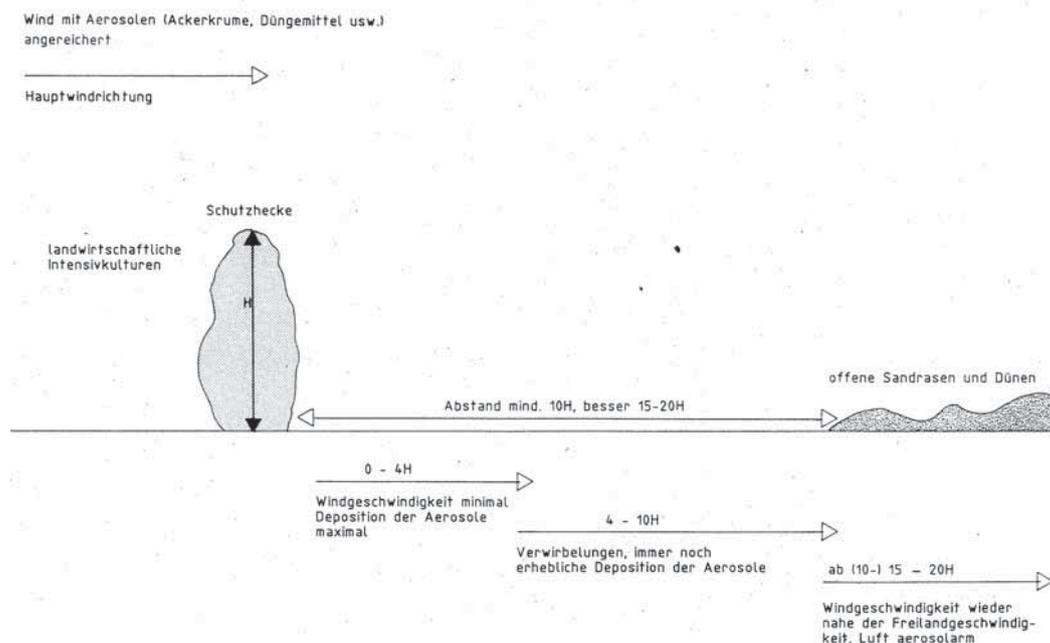


Abbildung 4/14

Sinnvolle Anlage von Schutzhecken im Luv-Bereich von Sandrasen

"*Arnosotis minima*"). Eutrophierungen sind strikt zu vermeiden. Aus diesem Grunde muß die Umwidmung von Sandacker-Randstreifen in ausreichender Breite vorgenommen werden.

- **Thermophile Ruderalgesellschaften auf Sand (ONOPORDION/SISYMBRION/MELILOTON)**

Durch Stilllegung von Sandäckern stellen sich derartige Pflanzengemeinschaften mehr oder weniger von selbst ein; dies gilt auch für aufgedüngte Sandstandorte. Ebenso kommen Aufschüttungen und Erdhäufen, die an geeigneten Stellen ausgebracht oder erneuert werden, als Standorte für diese Ruderal-Gemeinschaften in Betracht. Diese Aufschüttungen dürfen auf keinen Fall im schutzwürdigen Sandrasen-Gelände deponiert, sollten jedoch auch nicht in allzuweiter Entfernung davon abgelagert werden. Nur bei geringen Abständen zu den eigentlichen Sandrasen-Gebieten kommen die Pflanzenarten der Sandruderalfluren als potentielle Nahrungspflanzen für Sandbienen in Frage.

C) Wälder und Gebüsch

- **Wintergrün-Kiefernwälder**

Siehe Kapitel 4.2.2.1.2, S.196, sowie Kap. 4.2.2.2.1, S.198 unter *Chimaphila umbellata*, *Diphysium complanatum* agg. und *Pulsatilla vernalis*.

- **Gabelzahnmoos- und Weißmoos-Kiefernwälder**

Zur Erhaltung flechtenreicher Ausbildungen sind Streurechen und Waldweide erforderlich, die im unregelmäßigen Turnus im Abstand von mehreren Jahren durchgeführt werden sollten.

- **Ginster- und Geißklee-Gebüsch**

Halboffene Bestandesstruktur bevorzugen und darauf achten, daß zwischen den Sträuchern auch besonnte und blanke Sandbodenstellen erhalten bleiben. Ginster- und Geißklee-Gebüsch mit einem relativ xerothermen Bestandesklima sind offenbar für verschiedene Insektenarten besonders hochwertig (vgl. Idas-Bläuling, Kap. 1.5.2.3.1 und Kap. 4.2.2.3, S.203).

4.2.3 Pufferung und Erweiterung

4.2.3.1 Pufferung

Das Fernhalten von Nährstoffeinträgen gehört zu den elementaren Grundsätzen der Pflege der Sandrasen-Lebensräume (vgl. Kap. 4.1, Grundsatz 3, S. 167), da die Nährstoffarmut des Standorts eine der wesentlichsten Lebensbedingungen der Sandrasen darstellt (vgl. Kap. 1.7.1, S.74). Die Pufferung ist deshalb ein essentieller, nicht wegzudenkender Bestandteil eines jeden Handlungs- und Maßnahmenkonzeptes für Sandrasen-Gebiete, die sich in enger Kontaktlage zu intensiv agrarisch genutzten Flächen befinden. Der Pufferungsbedarf für einen Sandrasen ergibt sich dabei im wesentlichen aus der spezifischen Gefahrensituation vor Ort. Je größer sich die Eintragsgefahr von Nährstoffen für ein Sandrasen-Gebiet darbietet, um so dringlicher sind Pufferungsmaßnahmen.

Pufferungsbedarf besteht nicht nur für die eigentlichen Sandrasen-Flächen, sondern auch für alle Flächen, auf denen Renaturierungen, Wiederherstellungsversuche und Neuanlagen unternommen werden sollen (vgl. Kap. 4.2.4, S.206). Gelingt es nicht, den Nährstoffeintrag auf den Regenerationsflächen zu unterbinden, so ist den Bestrebungen, Sandrasen oder sandrasenähnliche Vegetationsbestände zu erzeugen, von vorneherein die Basis entzogen. Ein Pufferungsbedarf muß darüber hinaus auch für die Flächen- und Linear-Biotope einkalkuliert werden, die in Verbund-Systeme mit Sandrasen integriert sind und Vernetzungsfunktionen für die Sandrasen-Organismen wahrnehmen sollen (vgl. Kap. 2.6.4.1, S.160 und Kap. 4.2.1.2.3, Leitbilder I und K, S. 186 und S. 187).

Für die Praxis muß zur Pufferung nachweislich oder mutmaßlich durch Nährstoffeinträge geschädigter Sandrasen folgendes beachtet und geklärt werden:

- 1) Es ist zu untersuchen, ob und in welchem Ausmaß bereits Eutrophierungen eingetreten sind. Eine Reihe von Gefäßpflanzen zeigt unerwünschte Nährstoffeinträge recht zuverlässig in einer veränderten Wuchsweise an, weitere Arten treten neu hinzu. Eine Zusammenstellung dieser "Warnarten", die auf Eutrophierung hinweisen, befindet sich im Kapitel 2.3.2. Ein massiertes Auftreten dieser Warnarten stellt ein untrügliches Indiz für eine hohe Dringlichkeit von Abpufferungsmaßnahmen dar!
- 2) Über die Wege der Nährstoffeinschleusung, über die Beschaffenheit und über den Umfang der Nährstoffeinträge muß Klarheit gewonnen werden. Nur so können die Störquellen beseitigt oder wenigstens abgepuffert werden.

Abpufferungen sind zumeist nur über die Schaffung von Pufferzonen möglich. Auf den Luv-Seiten von Sandrasen sind gegenüber intensiv genutzten Agrarflächen mindestens 50 bis 100 Meter breite Pufferabstände notwendig. Bei "besonders hochwertigen" Sandrasen-Lebensräumen (vgl. Kap. 1.10, S.92) sollen die Puffer-Abstände 200 bis 300 Meter betragen, um die Nährstoff- und Schadstoffeinträge (z.B. Herbizid- und Pestizid-Tröpfchen) auf ein Minimum zu begrenzen. Auf den Lee-Seiten können die Pufferzonen-Breiten niedriger ausfallen. Unter 30 Metern bzw. 100 Metern bei "besonders hochwertigen" Sandrasen sollten sie auch auf dieser Windseite nicht angesetzt werden.

Eine stark unterstützende Rolle bei der Pufferung entfalten richtig angelegte Windschutzstreifen (vgl. Abb. 4/14, S. 204). Bei der Anpflanzung von Schutzhecken (Zweck: Abschirmung von Eutrophierungen durch Einwehung von Aerosolen und Tröpfchen von Pflanzenschutzmitteln) ist auf die Einhaltung der richtigen Entfernungen zum Schutzobjekt zu achten (vgl. Kap. 2.4.1.1, S.135). Der Abstand auf der Luv-Seite soll bei dichten Hecken nicht weniger als 15-20 H (H = Windstreifenhöhe; bei einer 5 Meter hohen Hecke also 75- 100 Meter), bei einer locker gepflanzten Hecke 25 - 30 H betragen (bei 5 m Höhe der Hecke also 125 bis 150 m Abstand).

Keinesfalls dürfen "Pufferhecken" zu nahe an den Sandrasen angepflanzt werden. Die Reduzierung der Windgeschwindigkeit im Windschatten der Hecke führt zur verstärkten Deposition ackerbürtiger Krümen- und Düngerpartikel, von Gülle-, Herbizid- und Pestizidtröpfchen. Am schlimmsten wirken sich Hecken aus, die an der Luv-Seite an Sandrasen unmittelbar angrenzen (0-4 H). Sie verursachen merkbare Eutrophierungen. Die Reduzierung der Windgeschwindigkeiten auf den "abgepufferten" Sandrasen durch einen in zu geringer Entfernung angelegten Windschutzstreifen ist zudem vielfach wegen der Nivellierung des Bestandesklimas unerwünscht. Reduzierte Windgeschwindigkeiten führen zu einer Abmilderung der Trockenheit des Sandrasen-Lebensraumes und zu einer verringerten durch den Wind induzierten Sandbewegung. Auf Kosten der trockenheitsverträglichen und den Sandkornflug aushaltenden, jedoch konkurrenzschwachen Sandrasen-Bewohner erfolgt eine Begünstigung der mesophilen Arten.

Auf der Lee-Seite müssen die Abstände der Windschutzstreifen mindestens so weit von den Sandrasen entfernt angebracht werden, daß diese bereits außerhalb des Windstaubereiches liegen, der sich im Vorfeld (!) eines Windschutzstreifens ausbildet. Hierfür ist ein Mindestabstand von 2 H, besser von 4-5 H anzusetzen!

Das Anlegen von Windschutzhecken sollte in der Umgebung von Sandrasen-Lebensräumen allerdings grundsätzlich nur erfolgen, wenn weiträumige Abpufferungen und Erweiterungen sich vorerst nicht realisieren lassen und akuter Pufferungsbedarf besteht. Hecken gehören nicht zum traditionellen Bestandteil der Sandrasen-Landschaften!

Abfanggräben sind zur Abpufferung von Sandrasen-Lebensräumen selten notwendig. Dies ist nur an Stellen der Fall, wo den Sandrasen-Lebensräumen aufgedüngtes Oberflächenwasser (z.B. mit Gülle angereichertes Schmelzwasser) zuströmen kann.

Auf den Pufferungsflächen ist - sofern es sich um potentielle Magerrasen-Standorte (vgl. Kap. 2.5.1.1, S.138) handelt - möglichst ein geeignetes Renaturierungs-Management (vgl. Kap. 2.5, S.137 und Kap. 4.2.4, S.206) durchzuführen, um sich die Möglichkeiten offenzuhalten, das Areal der Lebensgemeinschaft Sandrasen über die Kernflächen hinaus allmählich wieder zu erweitern.

4.2.3.2 Erweiterung

Pflege-Gebiete mit Sandrasen-Vorkommen sind mindestens so zu erweitern, daß die Mindest-Pflegegrößen deutlich überschritten werden. Für Pflegeflächen, die beweidet werden sollen, bedarf es Mindestflächen von 1,5 bis 2 Hektar bei Umtriebsweide und von mindestens 3 bis 4 Hektar bei Hüteschafhaltung. Sofern auf den Erweiterungsflächen keine Magerrasen-Vegetation mehr existiert, ist ein entsprechend geeignetes Management zur Wiederherstellung und Neuanlage durchzuführen.

4.2.4 Wiederherstellung und Neuanlage

Abgesehen von einigen Truppen-Übungsplätzen wie zum Beispiel Grafenwöhr und Hainberg (an der Grenze zwischen dem Stadtgebiet von Nürnberg und dem Landkreis Fürth) erlitten die Sandrasen in Bayern nach 1960 einen so gewaltigen Flächeneinbruch, daß die Ökosystem-Minimumareale der Lebensgemeinschaft der Sandrasen-Lebensräume kaum mehr auch nur annähernd erreicht werden dürften. Hinzu kommt, daß in der Mehrzahl der Fälle, auch bei den angeführten beiden Ausnahmeflächen, keine Verbindungen mehr zu den nächstgelegenen Sandrasen bestehen. **Diese generelle Notstandssituation verlangt nach einer energischen Erweiterung fast aller Sandrasen. Hierbei ist es unabdingbar, auf hinzuzugewinnenden Nachbarflächen Wiederherstellungsmaßnahmen einzuleiten.**

Über Flächenerweiterungen hinaus stellen "Wiederherstellung und Neuanlage" unverzichtbare Bestandteile jeder Naturschutzstrategie dar, die für eine verbesserte Vernetzung verinselter Sandrasen eintritt. Befinden sich zwischen den verinselten Sandrasen potentielle Magerrasen-Standorte (vgl. Kap. 2.5.1.1, S.138), so bietet sich grundsätzlich die Chance, über ein Renaturierungs-Management auf diesen Flächen hin zu Magerrasen oder wenigstens zu sandrasenähnlichen Zuständen zurückzukehren. Die verinselten Sandrasen können somit wieder besser miteinander verbunden werden.

Selbstverständlich muß im Rahmen einer Wiederherstellungsplanung genau abgeklärt werden, wo überhaupt potentielle Sandrasen-Standorte liegen. Hierzu sind detaillierte Standortkartierungen der Lockersandgebiete bzw. der ehemaligen Sand-Ökosystem-Verbreitungsgebiete notwendig, die es erleichtern, das Sandrasen-Potential in einer Region abzuschätzen. Grundvoraussetzung für großzügige Langzeit-Vernetzungskonzepte ist daher eine sorgfältige geologische Abgrenzung aller größeren Lockersandbereiche, wobei als Eignungsgebiete sämtliche Flug-, Dünen- und Terrassensande ab ca. 50 cm Mächtigkeit zu berücksichtigen sind.

Wie den Ausführungen zu Kap. 2.5.1, S.138 zu entnehmen ist, kann die Wiederherstellung von Sandrasen von vier grundlegend verschiedenen Ausgangssituationen aus beschrritten werden:

- Wirtschaftsgrünland (vgl. Kap. 2.5.1.2, S.138);
- Äcker und Weinberge (vgl. Kap. 2.5.1.3);
- verbuschte, verwaldete und aufgeforstete Flächen (vgl. Kap. 2.5.1.4, S.145);
- verfilzte und verhochstaudete Brachen (vgl. Kap. 2.5.1.5).

Die Neuschaffung von Sandrasen (vgl. Kap. 2.5.1.6, S.146) erfolgt auf neuangelegten, durch Bodenbewegung geschaffenen Standorten, wobei Sandrasen-Entwicklungen in der Praxis in erster Linie auf abgeschobenen Flächen und darüber hinaus auch an Böschungen von Straßen- und Eisenbahntrassen möglich sind.

Liegt die grundsätzliche Eignung des Standorts für eine Sandrasen-Regeneration vor (= potentieller

Sandrasen-Standort, vgl. auch Kap. 2.5.1.1), so sind die Regenerations-Aussichten abzuschätzen. Die Prognose, in kurzer Zeit die Regeneration sandrasen-artiger Biotope zu erreichen, ist erlaubt (vgl. Kap. 2.5.2, S.146), wenn:

- 1) **sich noch Sandrasen oder wenigstens Sandrasen-verbundene Biotope möglichst in unmittelbarer Nähe der Regenerationsflächen befinden.** Es versteht sich von selbst, daß die Einwanderungschancen von Sandrasen-Organismen auf die Regenerationsflächen mit zunehmender Nähe zu noch bestehenden Sandrasen ansteigen. Eine wirklich günstige Ausgangskonstellation ist nur gewährleistet, wenn die Sandrasen unmittelbar angrenzen oder die Regenerationsflächen wenigstens noch Sandrasen-Fragmente mit dem Grundarteninventar der Sandrasen aufzuweisen haben;
- 2) **der Standort nicht allzusehr auf eutrophiert ist.** Allerdings sind gerade auf Sandböden die Chancen, rasch die notwendige Aushagerung herbeiführen zu können, grundsätzlich viel günstiger als auf Lehmböden zu bewerten, da das Sorptionsvermögen der Sande viel geringer ist. Insbesondere gilt dies für humusarme Sande.

Es ist selbstverständlich, daß das Regenerations-Management vorrangig auf solchen Flächen betrieben werden muß, für die

- eine günstige Prognose für einen Renaturierungserfolg erstellt werden kann;
- und zugleich ein hoher Handlungsbedarf für ein Renaturierungs-Management besteht.

Akuter Handlungsbedarf für ein Regenerations-Management ist vor allem für solche Flächen gegeben, die:

- Sandrasen umrahmen, die unter die Mindestpflegegröße abgesunken sind (vgl. Kap. 2.4.2, S.137);
- zwischen zwei Sandrasen liegen und aufgrund ihrer Beschaffenheit (zum Beispiel als Fichtenforst oder enggepflanzter Kiefernforst, vgl. Kap. 2.6.2.3, S.159) eine hohe Barrierewirkung auf Sandrasen-Organismen ausüben;
- als potentielle Sandrasen-Standorte zwischen Sandrasen(resten) liegen, die zu Sandrasen-Verbunden zusammengeschlossen werden sollen. Die potentiellen Sandrasen-Standorte zwischen den Sandrasen(resten) sind nach Möglichkeit mit einem Restitutions-Management zu versehen.

Nachstehend werden zu "Wiederherstellung und Neuanlage" Empfehlungen und Hinweise vermittelt. Zunächst wird die Wiederherstellung von Sandrasen aus Wirtschaftsgrünland (Kap. 4.2.4.1, S.207), anschließend aus Äckern (Kap. 4.2.4.2), aus verbuschten, verwaldeten und aufgeforsteten Flächen (Kap. 4.2.4.3, S.211) und schließlich aus völlig verfilzten und verhochstaudeten, ehemaligen Sandrasen (Kap. 4.2.4.4, S.211) behandelt. Zuletzt wird die Neuanlage (Kap. 4.2.4.5, S.211) angesprochen.

Es ist unbedingt darauf zu achten, genügend große Flächenareale zu renaturieren. Nach erfolgreicher

Renaturierung sollte es zumindest problemlos möglich sein, die Hüteschafhaltung als wünschenswerte Pflegeform durchzuführen, die auf mindestens 3-4 Hektar große Weideflächen angewiesen ist.

4.2.4.1 Wiederherstellung aus Wirtschaftsgrünland

Die Wiederherstellung von Magerrasen-Beständen aus Wirtschaftsgrünland ist grundsätzlich einfacher durch Mahd als durch Beweidung zu bewerkstelligen, da die Mahd vor allem bei einem mehrschürigen Regime stärkere Nährstoffentzüge bewirkt. Im Kapitel 4.2.4.1.2 ("Management") werden zunächst Hinweise zum Mahd- (Kap. 4.2.4.1.2.1, S.208), anschließend zum Weide-Management (Kap. 4.2.4.1.2.2, S.209) gegeben. Weder zum Mahd-, noch zum Weide-Management zur Rückführung von Grünlandbeständen in sandrasen-ähnliche Vegetationsbestände liegen bisher in ausreichender Menge Publikationen vor (vgl. Kap. 2.5.1.2.3, S.144). Die ausgesprochenen Empfehlungen können daher nur einen provisorischen Charakter haben. Zuvor wird im Kapitel 4.2.4.1.1 ausgeführt, nach welchen Kriterien Grünlandflächen auf Sandstandorten zur Renaturierung ausgewählt werden sollen.

4.2.4.1.1 Auswahl der Flächen

Die Bedeutung ehemaliger, durch Eutrophierung umgewandelter Sandrasenflächen für die Renaturierung von Sandrasen-Ökosystemen kann nicht anhand von pauschal abgefaßten, generalisierenden Kriterien ermessen werden, sondern muß jeweils am konkreten Einzelbeispiel ausgelotet werden. **Zu beachten ist unter anderem:**

- **Der Eutrophierungsgrad:**
Zur Entscheidungsfindung, ob und in welcher Weise Pflege- und Wiederherstellungsmaßnahmen vorgenommen werden sollen, spielt der Eutrophierungsgrad einer aufgedüngten Sandflur eine zentrale Rolle. Bei durchgehenden Eutrophierungen sind Sandfluren zu unterscheiden,
 - bei denen noch durchgängig Sandrasen-Arten oder sogar noch Sandrasenreste vorhanden sind (**Fall A**)
 - wo bereits eine definitive Artenverarmung erfolgt ist und ungünstigenfalls nur noch Sandruderalpflanzen wie *Potentilla argentea*, *Erodium cicutarium*, *Trifolium arvense* und *Artemisia campestris* reichlich vertreten oder diese sogar ausgefallen sind (**Fall B**).

Während im Fall A die Chancen noch als sehr günstig beurteilt werden können, dem Ausgangszustand wieder nahezukommen, gilt dies im Fall B nur unter bestimmten Voraussetzungen:

- **Es muß noch die Grundartengarnitur der Sandrasen in Relikten vorhanden sein.** Enthalten derartige Sandrasen außer den genannten Sand-Ruderalarten noch Sandrasenarten wie *Armeria maritima subsp. elongata*, *Jasione montana*, *Thymus serpyllum*, *Dianthus-Ar-*

ten und Magerzeiger wie *Festuca ovina*, *Luzula campestris*, *Erophila verna*, *Holosteum umbellatum*, *Cerastium semidecandrum* usw., so kann davon ausgegangen werden, daß das Sandrasenarten-Potential im großen und ganzen noch vorhanden ist. Ein Großteil der Magerzeiger läßt sich am besten im Frühjahr (meist im Mai) nachweisen, so daß zu diesem Zeitpunkt Geländeerhebungen stattfinden sollten.

- Sollte diese Grundartengarnitur nicht mehr vorhanden sein, so müssen zumindest günstige Verbindungsstrukturen zu +/- intakten Sandrasen oder wenigstens zu solchen ehemaligen Sandrasenflächen vorhanden sein, die unter die Schadkategorie A fallen. Nur in einer solchen Situation können die bereits aufgetretenen Verluste durch Zuwandern von Arten möglicherweise wieder (teil)kompensiert werden.

- Die Lagebeziehung zu intakten Sandrasen
Befindet sich eine durchgehend stark eutrophierte, ehemalige Sandrasenfläche in der Nähe oder gar in der unmittelbaren Nachbarschaft eines +/- intakten (d.h. nicht sichtbar gestörten) Sandrasens, so sollte er unbedingt in das Pflegemanagement miteinbezogen werden. Die Chancen für eine Wiederansiedlung von Sandflur-Arten sind besonders günstig, zumal in Fällen, wo Pionierstandorte durch Sandabtrag neugeschaffen werden können.
- Pufferzone zwischen Agrarflächen und oligotrophen Standorten
Stark eutrophierte Rasenflächen auf Sandboden sind in die Pflegeplanung miteinzubeziehen, wenn diese die Funktion als Pufferzone zwischen landwirtschaftlichem Kulturland und oligotrophen Lebensgemeinschaften (z.B. Wintergrün-Kiefernwälder) wahrnehmen können.
- Bedeutung als Trittstein-Biotop
Auch eine kleine, durch Eutrophierungen unansehnlich gewordene Sandflur von weniger als 100 Quadratmetern kann als Trittstein sehr bedeutsam werden, wenn sie die Verbindungsmöglichkeiten von zwei oder mehreren größeren, +/- intakten Sandrasen-Flächen miteinander verbessert.

In der Regel abzuraten ist von Regenerationsbemühungen, wenn sich im näheren Umkreis (ca. ein Kilometer Umgebung) keine Sandrasen(reste) mehr feststellen lassen und die angebotene Fläche selbst keine Sandrasen-Reste mehr vorweisen kann. Die Extensivierung kann in einem solchen Fall z.B. über das Kulturlandschaftsprogramm (KuLaP) ohne besondere Naturschutz-bezogene Zielsetzungen abgewickelt werden.

4.2.4.1.2 Management

4.2.4.1.2.1 Mahd

Zweck der Mahd im Rahmen eines Renaturierungsmanagements auf Wirtschaftsgrünland-Flächen stellt die Herbeiführung von Netto-Nährstoffentzügen dar (vgl. Kap. 2.5.1.2.1, S.139), zugleich soll sie eventuell vorhandene Sandrasen-Arten möglichst

wenig schädigen. Das Aushagerungs-Schnittregime ist deshalb jeweils auf die vorhandene Vegetation abzustimmen und muß beim Auftreten bestimmter Zwischenstadien entsprechend modifiziert werden. Für die Aushagerungs-Praxis kommen grundsätzlich zweischürige, dreischürige sowie in sandrasennahen Stadien einschürige Mahd-Regimes in Frage. Die Aushagerung von Fettwiesen und Halbfettwiesen bedarf zunächst mindestens eines zweischürigen Mahdregimes. Stark aufgedüngte Wiesen mit hohen Massenerträgen sollten anfangs mindestens drei Jahre lang zunächst 3-fach geschnitten werden. Als Schnitt-Zeiträume werden empfohlen:

1. Schnitt 5.-20. Juni
2. Schnitt 15. Juli bis 1. August
3. Schnitt 20. September bis 15. Oktober

Der zweite Schnitt sollte 1-1,5 Monate nach dem ersten Schnitt stattfinden. Es sind bei diesem zweiten Schnitt zwar nur relativ geringe Ernteabschöpfungen zu erwarten, dafür ist jedoch mit relativ hohen N-Entzügen zu rechnen, wie in Kap. 2.5.1.2.1.2, S.140 näher ausgeführt wurde.

Als kennzeichnend für Wiesenbestände, die dreimal zu mähen sind, kann das Vorherrschen von Gräsern wie *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Elymus (=Agropyron) repens*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Lolium perenne* und Kräutern wie *Anthriscus silvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Galium mollugo*, *Taraxacum officinale*, *Ranunculus acris* und das Auftreten von Nitrophyten wie *Rumex obtusifolius* gelten.

Für artenreichere Wiesenbestände, denen auf eine wirksam werdende Aushagerung hinweisende Arten reichlich beigemischt sind, genügt eine zweischürige Mahd:

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| <i>Agrostis tenuis</i> | Rotes Straußgras |
| <i>Achillea millefolium</i> | Schafgarbe |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | Ruchgras |
| <i>Avenula pubescens</i> | Flaumhafer |
| <i>Bellis perennis</i> | Gänseblümchen |
| <i>Campanula patula</i> | Wiesen-Glockenblume |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | Kleine Glockenblume |
| <i>Centaurea jacea</i> | Wiesen-Flockenblume |
| <i>Centaurea stoebe</i> | Rispen-Flockenblume |
| <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> | Margerite |
| <i>Crepis capillaris</i> | Haar-Pippau |
| <i>Dianthus carthusianorum</i> | Karsthäuser-Nelke |
| <i>Dianthus deltoides</i> | Heide-Nelke |
| <i>Festuca rubra</i> | Rot-Schwingel |
| <i>Galium verum</i> | Echtes Labkraut |
| <i>Geranium pratense</i> | Wiesen-Storchschnabel |
| <i>Hieracium pilosella</i> | Mausohr-Habichtskraut |
| <i>Holcus lanatus</i> | Honiggras |
| <i>Holcus mollis</i> | Weiches Honiggras |
| <i>Hypericum perforatum</i> | Echtes Johanniskraut |
| <i>Hypochoeris radicata</i> | Gewöhnliches Ferkelkraut |
| <i>Knautia arvensis</i> | Acker-Witwenblume |
| <i>Leontodon autumnalis</i> | Herbst-Löwenzahn |
| <i>Lotus corniculatus</i> | Horn-Klee |
| <i>Malva alcea</i> | Siegmarswurz |

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Medicago lupulina</i> | Hopfenklee |
| <i>Prunella vulgaris</i> | Gewöhnliche Brunelle |
| <i>Rumex acetosella</i> agg. | Artengruppe des Zwergsauerampfers |
| <i>Saponaria officinalis</i> | Gewöhnliches Seifenkraut |
| <i>Tragopogon pratensis</i> agg. | Artengruppe des Wiesen-Bocksbart |
| <i>Trifolium arvense</i> | Hasen-Klee |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | Gamander-Ehrenpreis |

Dasselbe gilt für Wiesenbestände, in denen eutra-phente Schmetterlingsblütler wie *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis* hohe Deckungswerte (zusammen > als 25%) erreichen. Sehr hohe Dominanzwerte dieser Schmetterlingsblütler deuten bereits auf zu knappe N-Versorgung für nitrophile Hochgräser des Wirtschaftsgrünlandes (vgl. Kap. 2.5.1.2.1.3, S.141, Punkt A) hin.

Bei zweischüriger Mahd von Halbfettwiesen ist der erste Schnitt in den Juni, der zweite in den Herbst zu legen. **Die Junimahd** (Termin siehe oben) sollte als Erstmahd so lange stattfinden, bis die Magerzeiger mit hohen Deckungswerten (mindestens 30%) in den Renaturierungsflächen vertreten sind. Erst danach sollte der erste Schnitt allmählich weiter in den Sommer hinein verlegt werden, um dem Entwicklungszyklus der Sandrasen-Arten mehr entgegen zu kommen (vgl. Kap. 2.5.1.2.1.3, S.141, Punkt B).

Als Faustregel wird hierfür empfohlen: der erste Schnitt ist bei einem zweischürigen Aushagerungs-Regime durchzuführen, bevor die Verstrohung des Aufwuchses einsetzt. Die Verstrohung deutet bereits auf Rückverlagerungen der Nährstoffe in die Wurzeln und Rhizome hin. Eine Doppelmahd mit erstem Schnitt im Juli und zweitem Schnitt im Herbst ist erst angeraten, wenn sich die fraglichen Flächen auf dem Niveau stark gestörter Sandrasen-Bestände eingefunden haben.

Die Herbstmahd sollte zwischen dem 20. September und dem 15. Oktober stattfinden. Im Spätherbst und Frühjahr wird dadurch eine offene Vegetationsstruktur geschaffen, welche die Ansiedlung von magerzeigenden Arten i.w.S. wesentlich erleichtert (vgl. Kap. 2.5.1.2.1.3, S.141, Punkt B). Erfolgt der letzte Schnitt zu früh, (z.B. schon vor dem 15. August), so werden bis zum Herbst Streudecken gebildet, die die Bodenoberfläche (teilweise) verdämmen und die Neuansiedlung von Arten dadurch sehr erschweren (eine erfolgreiche Keimung wird durch Streudecken offenbar weitgehend unterbunden). Magerkeit anzeigende Therophyten wie *Thlaspi perfoliatum*, *Saxifraga tridactylites*, *Erophila verna* oder *Cerastium semidecandrum* bedürfen offener Bodenstellen, die sich nur nach Herbstmahd darbieten.

Das Renaturierungs-Management ist erst auf ein Pflegeregime umzustellen, wenn die Deckungsgra-

de der Wirtschaftsgrünland-Arten deutlich unter 50% abgesunken sind (vgl. Kap. 4.2.1.2, S.173, Grund-Pflegeziel Nr. 3). Ist ein befriedigendes Aushagerungsniveau erreicht, so sollte die Mahd durch Beweidung ersetzt werden. Mahd fördert zu sehr Magerrasen-Ubiquisten wie *Agrostis tenuis* und *Anthoxanthum odoratum* und eignet sich zur Bestandespflege weniger als die Beweidung (vgl. Kap. 4.2.2.1.1.1, S.188, und 4.2.2.1.1.2, S. 192).

Haben sich Sandrasen-Arten in der Renaturierungsfläche etabliert, so sollten kleinflächig* Abschiebungen des aufgedüngten Oberbodens vorgenommen werden. Auf den Pionierflächen können sich die Sandrasenarten anschließend konzentriert ausbreiten, sofern die aufgedüngten Bodenbestandteile mitabgeschoben worden sind (auf Humushorizont achten!).

Für die Naturschutzpraxis ist es sinnvoll, das "Umschalten" des Aushagerungsschnitt-Managements mit dem Auftreten bestimmter Zwischenstadien zu verkoppeln, die von jedem Praktiker an den unteren Naturschutzbehörden mit guten vegetationskundlichen Grundkenntnissen angesprochen werden können.

Es ist zu hoffen, daß der in diesem Band vorgeschlagene Renaturierungs-Weg zur Aushagerung von Grünlandflächen hin zu sandrasenartigen Vegetationsbeständen sich in die Praxis besser umsetzen läßt als die von KAPFER (1988: 127) vorgeschlagene Vorgehensweise der Ertragsschätzung. Dieser Weg sei kurz zusammengefaßt:

- dreischürige Mahd, solange Aushagerungszeiger in den Renaturierungsflächen nicht oder nur in geringer Deckung (unter 10%) nachweisbar sind;
- zweischürige Mahd mit Mahdterminen im Juni und im Oktober für Halbfettwiesen mit deutlichem Hervortreten von Aushagerungszeigern;
- zweischürige Mahd mit Schnitt-Terminen im Juli und im Oktober bei Auftreten von Sandrasen-Arten (vgl. Artengruppe im Kap. 2.5.2.1.1) ab einer Deckung von ca. 5%;
- Sandrasen-Management (vorzugsweise Beweidung) nach dem Absinken der Wirtschaftsgrünland-Arten deutlich unter 50 %.

4.2.4.1.2.2 Beweidung

Zur Rückführung von Grünlandbeständen in sandrasenähnliche Vegetationsbestände durch Schaf- und durch Rinderbeweidung liegen bisher keine Untersuchungen vor (vgl. Kap. 2.5.1.2.2, S.143), so daß in diesem Band hierzu nur vorläufige Empfehlungen ausgesprochen werden können.

* Das Abschieben des Oberbodens im Hektarmaßstab verursacht sehr hohe Kosten, so daß es schon deshalb nur in Sonderfällen in Betracht kommt.

A) Vorläufige Empfehlungen und Hinweise zur Beweidung mit Schafen

An eutrophierten, ehemals mageren, beweideten Sandrasen-Gebieten (z.B. Truppenübungsplätze Hainberg/Fürth und Tennenlohe) sollte die Weidedauer gegenüber +/- intakten Sandrasen zumindest so weit verlängert werden, daß eine Streufilzdecken-Bildung infolge Unterbeweidung nicht zustande kommt. Als Weidezeitraum darf der Spätfrühling und der Frühsommer nicht ausgelassen werden, da im jugendfrischen Zustand Gräser und Kräuter relativ hohe N-Gehalte aufweisen (vgl. Kap. 2.5.1.2.1.2, S.140), so daß in diesem Zeitraum die Schafweide die höchsten Nährstoffentzüge herbeiführen kann. Um nennenswerte Nährstoffentzüge zu erreichen, muß die Schafherde nachts selbstverständlich außerhalb der auszuhagernden Fläche gepfercht werden.

Zusätzlich zur Frühsommerweide ist in jedem Fall eine herbstliche Weide durchzuführen. Der Aufwuchs, der sich zwischenzeitlich nach der Sommerweide gebildet hat, wird durch die Herbstweide daran gehindert, als Streufilzdecke über das Winterhalbjahr die Bodenoberfläche zu verdämmen. Die Ansiedlungschancen einwandernder oder wieder aufkommender Magerrasen-Arten würden durch eine derartige Streufilzdecke unter Umständen erheblich verringert (z.B. durch geringere Überlebenschancen gekeimter Jungpflanzen).

B) Vorläufige Empfehlungen zur Beweidung mit Rindern

Auf stark aufeutrophierten, sandrasenartigen Weiden sollten vorläufig die Weidezeiträume nach vorne verschoben und zugleich die Besatzdichten deutlich erhöht werden. Im einzelnen gelten folgende Empfehlungen:

- 1) Weide ab Ende Mai bis zum 1. Juli bei normaler Witterung.
- 2) Der Besatz kann (abhängig vom jeweiligen Bestand) ca. 2 GV in Jungrindern (1 Jungrind = 0,6 GV) betragen. Ein relativ hoher Besatz bei kurzen Weidezeiträumen ist geringem Besatz bei langen Weidezeiträumen vorzuziehen, der die Vegetation einem Dauerstreß von Tritt und Beweidung aussetzen würde, wie er bei der früher üblichen, "magerrasengemäßen" Triftweide niemals vorkam. Regelmäßige Kontrollen der Vegetation auf Angemessenheit des Bestoßes ist ratsam.
- 3) Die Beweidung sollte nur mit Jungvieh durchgeführt werden (geringere Trittbelastung, wahrscheinlich höhere Nährstoffentzüge durch starken Fleischansatz).
- 4) Es darf keinesfalls mit Kraftfutter zugefüttert werden.
- 5) Im Herbst ist unbedingt eine Nachweide vorzunehmen. Diese Nachweide soll eine weitgehende Beseitigung des Aufwuchses herbeiführen, der sich nach der fröhsommerlichen Weide neugebildet hat. Sie wirkt damit der Bildung von Streufilzdecken entgegen, die durch Bodenverdämmung das Neueinwandern oder Wiederauf-

kommen von Magerrasen-Arten sehr erschweren würden.

- 6) Ebene und zugleich stark aufgedüngte, innerhalb der Koppel liegende und für Traktoren befahrbare Teilflächen einer Koppel sollten unmittelbar vor dem Auftrieb der Rinder gemäht werden. Die Aushagerungsgeschwindigkeit auf diesen Teilflächen wird durch diese "Vormahd" beschleunigt und zugleich wird der Nährstofftransfer von diesen Teilflächen zu Hangflächen über das Vieh vermieden. Diese Maßnahme empfiehlt sich besonders, wenn die ebenen Flächen innerhalb der Koppel stärker aufgedüngt wurden als die Hangflächen.
- 7) Aushagerungs-Beweidung sollte nur auf mindestens zwei Hektar großen Koppeln durchgeführt werden (ergibt Besatz von max. 6 Stück Jungvieh bei einem Weidezeitraum von insgesamt 4-6 Wochen pro Jahr).

4.2.4.2 Wiederherstellung aus Äckern

Daß die Regeneration von Sandrasen auf Ackerflächen zu sehr befriedigenden Ergebnissen führen kann, ist jedem bekannt, der Sandackerbrachen von mitunter noch nicht einmal 10 Jahren Alter besucht hat, die sich in enger Kontaktlage zu Sandrasen befinden. In weniger als einer Dekade können sich auf Sandacker-Brachen Ruderal-Ausbildungen von Spörgel-Silbergrasfluren bilden, in weniger als zwei Dekaden bereits Sandstrohlblumen-reiche Sandrasen entwickeln. Großartige Beispiele hierfür gibt es vor allem im Bundesland Brandenburg im Raum Guben und in den nördlichen Randzonen des Spreewaldes (vgl. RINGLER 1991: 124; RINGLER 1992, mdl.). Ohne Schwierigkeiten entwickelt sich eine sandrasenartige Vegetation auf Ackerbrachen, wenn diese:

- an bestehende Sandrasen angrenzen;
- während der Ackernutzung nicht oder nur mäßig aufgedüngt wurden;
- nach der Stilllegung sandrasengerecht bewirtschaftet beziehungsweise gepflegt wurden.

Zur Festlegung des einzuschlagenden Managements muß abgeklärt werden, ob das in Aussicht gestellte Ackergelände zuvor stark aufgedüngt wurde oder ob dies nicht geschah. Liegt eine erhebliche Aufdüngung vor, so empfiehlt es sich, der eigentlichen **Regenerationsphase** eine **Extensivierungsphase** vorzuschalten! Während der Extensivierungsphase wird empfohlen, den Getreide- oder Feldfruchtanbau bei völliger Einstellung der Düngergaben so lange fortzusetzen, bis massive Ertragsrückgänge auf eine Erschöpfung der Nährstoffvorräte hindeuten. Wegen des geringen Sorptionsvermögens der Sandböden ist damit zu rechnen, daß dieser Effekt schon nach zwei bis fünf Jahren eintritt (vgl. Kap. 2.5.1.2.1.2).

Erst danach ist der Acker stillzulegen. In den ersten Jahren nach der Stilllegung ist kein Management notwendig, sofern keine Neophyten einwandern, die ein sofortiges Einschreiten erforderlich machen. Sobald die Sandrasenentwicklung gut fortgeschritten

ist und das Niveau ruderaler, halboffener Silbergrasfluren erreicht hat, kann mit dem Pflegemanagement begonnen werden. Grundsätzlich sollte die Renaturierungsplanung als Folgenutzung die Schafbeweidung vorsehen.

Haben sich auf Sandacker-Bracheflächen zwischenzeitlich unduldsame, vitale Quecken-Stadien eingestellt, so ist das Abheben der obersten eutrophierten Sandschichten zu erwägen, um den Sukzessionsprozeß zur Sandrasenentwicklung hin umzulenken. Diese Radikalkur kann selbstverständlich nur an Stellen empfohlen werden, wo aus Gründen der Sandlagerstätten-Erhaltung keine Bedenken gegen einen derartigen Schritt bestehen (vgl. Kap. 4.2.2.1.1.4, S.194, Pflegeempfehlung 4). Die vorübergehende Wiederaufnahme der Extensivierungsphase, also ein erneutes Umbrechen und eine neuerliche Einsaat sind in einem solchen Fall angezeigt.

Ist ein Abtragen der obersten Sandschichten nicht verantwortbar, so kann durch Mahd (vgl. Kap. 4.2.4.1.2.1, S.208!) oder Beweidung versucht werden, allmählich eine Ausmagerung herbeizuführen, um einer sandrasenähnlichen Vegetation wieder bessere Konkurrenzchancen zu verschaffen.

Keine Aussichten auf eine befriedigende Sandrasen-Regeneration bestehen, wenn die Sandackernutzung flachgründiger Flugsand-Linsen infolge tiefen Pflügens ehemals überdecktes, stark lehmiges oder toniges Material in den Wurzelraum des Oberbodens befördert hat. Der Sandrasen-Regeneration ist in solchen Fällen in einer irreversiblen Weise die edaphische Grundlage entzogen. Vor der Einleitung kostspieliger Wiederherstellungsmaßnahmen wird bei einer derartigen Konstellation gewarnt.

4.2.4.3 Wiederherstellung aus Aufforstungen und Wäldern

Die Regeneration von Sandrasen auf Abräumungsflächen von Kiefernforsten und erst recht von Verwaldungen der Robinie oder der Späten Traubenkirsche ist wesentlich schwieriger und kostspieliger als dies ausgehend von Sandackerflächen der Fall ist. Die eigentliche Abräumung, die im Einvernehmen mit den Forstbehörden stattfinden muß (vgl. Kap. 3.4.1.3), bereitet nur bei der Kiefer keine schwerwiegenden Probleme. Die Beseitigung der Robinie oder der Späten Traubenkirsche ist dagegen ein langwieriges Unterfangen (vgl. Kap. 4.2.2.1.1.3, S.192).

Auch auf den Abräumungsflächen der Kiefer müssen nach dem Abhieb ergänzende, zusätzliche Management-Maßnahmen stattfinden, um günstige Voraussetzungen für eine Sandrasen-Regeneration zu schaffen. Die häufig mehrere cm mächtigen Rohhumus- und Trockenmoderauflagen (vgl. Kap. 2.2.1.3.1) müssen zumindest in Teilbereichen vollständig abgeräumt werden, so daß offene Sand-

standorte geschaffen werden, die sich als Ausgangsstadium für die Sandrasen-Entwicklung eignen.*

Die Humusentfernung muß sorgfältig durchgeführt und das Einmischen des Humuses in den Sandboden vermieden werden. Wird der Humus sorglos in den Sandboden untermischt, so erfolgt durch den Humusabbau im Boden eine verstärkte Stickstoff-Mineralisation und somit eine deutliche Eutrophierung. Das auf diese Weise entstehende Substrat begünstigt sehr das Auftreten und vor allem die rasante Ausbreitung von *Calamagrostis epigeios*- und *Solidago*-Polykormonen, die den Erfolg der Kiefernabräumung gefährden und ihrerseits zähe Bekämpfungsaktionen erzwingen (vgl. Kap. 4.2.4.4, S.211). Als unerwünschte Problemarten können sich auf derartig ruderalisierten Abräumungsflächen die Brombeeren ausbreiten und dichte Gestrüppe bilden. Unter Umständen wird auch bei entschlossener Gegenwehr die Sandrasen-Entwicklung bis zu dem Zeitpunkt verzögert, an dem die ausgewählten Humuspartikel im Boden vollständig abgebaut sind.

Vor dem Abräumen von Kiefernbeständen muß eine sorgfältige floristische (und faunistische) Vorerkundung stattfinden. Keinesfalls dürfen Wintergrün-Kiefernwälder (vgl. Kap. 1.4.3.7) einer derartigen Maßnahme zum Opfer fallen. Die Bestimmungen des Bayerischen Waldgesetzes müssen beachtet werden.

4.2.4.4 Wiederherstellung aus verfilzten und verhochstaudeten Brachen

Als Hauptproblemarten auf Sandrasenbrachen, die Verfilzungen und Verhochstaudungen herbeiführen, können das Land-Reitgras und die beiden Goldruten-Arten gelten. Das Zurückdrängen und das Abtöten der Polykormone dieser Arten muß über ein Doppelschnittregime angesteuert werden, wobei der erste Schnitt in der dritten Junidekade und der zweite Schnitt in der zweiten Augushälfte stattfinden soll. Zu diesen Terminen ist die Aufwuchsphase bzw. die Wiederaufwuchsphase noch nicht abgeschlossen, so daß die Stoffverluste für ein betroffenes Polykormon besonders drastisch ausfallen dürften. Bis zu diesen Zeitpunkten bestand kaum Gelegenheit, Reservestoffe zu speichern. Sofern keine Geotop-schutz-Gesichtspunkte dem entgegenstehen, bietet sich auf verfilzten und verhochstaudeten Flächen die Gelegenheit an, durch Abschiebungen dort Pionierstandorte neu zu schaffen.

4.2.4.5 Neuschaffung von Sandrasen

Die Neuschaffung von Sandrasen erfolgt über die Anlage von Pionierflächen, von denen die Sukzession der Sandrasen-Lebensräume ihren Ausgang nimmt. Konkrete Empfehlungen zur Anlage von Pionierflächen sind dem Kapitel 4.2.2.1.1.4 zu entnehmen.

* Überall dort, wo die Humusdecken unangetastet bleiben, ist mit einer Vegetationsentwicklung hin zu Zwergstrauchheiden, Straußgras- und Drahtschmielenrasen zu rechnen.

Das Anlegen von Sandrohböden geschieht z.B. im Zuge des Sandabbaus, bei der Anlage von Straßen- und Eisenbahnböschungen und kann gezielt auf Leitungstrassen vorgenommen werden. Sofern sich Sandrasen-Arten nicht von alleine einstellen, kommt das Aufbringen von Sandrasen-Diasporenmaterial als Initialmaßnahme zur Besiedlung des Terrains mit Sandrasen-Arten in Betracht. Das Diasporenmaterial ist aus einem Gebiet zu entnehmen, das dem Ansalbungsgebiet eng beachtbar liegt und mit diesem zumindest früher in einem landschaftsökologischen Zusammenhang stand. Bei Diasporenausbringungen muß gewährleistet sein, daß es sich um für das Gebiet autochthones Material handelt.

Neubildungen von Sandrasen auf neugeschaffenen Sandrohböden sind vor allem zwischen noch existierenden Sandrasen-Resten in Angriff zu nehmen, um die Verinselungen vorhandener Sandrasen(Reste) abzumildern und die Verbund-Situation zu verbessern.

4.2.5 Vernetzung und Biotop-Verbund

Das Entwicklungsziel jedes Sandökosystem-Verbund-Systems besteht darin, folgende Sandflur-Typen miteinander zu verknüpfen und naturschutzbezogen zu betreuen:

- offene, vegetationslose und vegetationsarme Sandfluren;
- Sandrasen (Pionierrasen, Halbschluß- und Vollschluß-Sandrasen);
- lichte Sandkiefernwälder;
- Sandgruben;
- Sandäcker in günstiger räumlicher Lage.

Insbesondere an Knotenpunkten künftiger Sandökosysteme sind innige, räumliche Anlagerungen dieser Sandflur-Typen wünschenswert. Das ideale Nebeneinander sämtlicher Sukzessionsphasen, die in Sandrasen-Ökosystemen auftreten, wird sich nur in ausreichend großen Flächeneinheiten verwirklichen lassen. Kleinere Inselbestände erlauben aus rein räumlichen Gründen nur eine Teilausstattung mit den möglichen Sandflur-Strukturtypen. Um so dringlicher ist es, die Verbindungen zu benachbarten Sandrasen(resten) zu pflegen bzw. wieder zu installieren.

Zur Integration in Sandrasen-Ökosystem-Verbundsystemen eignen sich in Terrassen- und Flugsandgebieten wegen der für Sandflur-Organismen oft vorhandenen Lebensmöglichkeiten außer den "eigentlichen" Sandfluren folgende Landschaftsbestandteile:

- Autobahn- und Straßenrandzonen (z.B. entlang der BAB Aschaffenburg-Hanau, Amberg-Nürnberg, Nürnberg-Erlangen, Erlangen-Bamberg);
- Hochspannungsschneisen (z.B. im Reichswald oder nordöstlich von Erlangen);
- nicht ausgebaute Wirtschaftswege;
- Anrisse und Böschungen kleinerer Straßen.

Über derartige Technotop-Streifen lassen sich verinselte Sandfluren und Sandgrubenbiotope miteinander

verbinden. Selbstverständlich muß bei Straßenneubauten in Flug- und Terrassensandgebieten auf die sonst üblichen Humusierungen und Bepflanzungen der Randstreifen und Böschungen verzichtet werden.

Vorhandene oder noch geplante Energietrassen durch Kiefernforste auf Sandfeldern bilden ein bisher unterschätztes Entwicklungsreservoir für den Sandrasen-Verbund. Ein Wechsel von Heidekraut-, Besenginster-, Silbergras- und offenen Sandflächen löst auch weitgehend das Problem der "Sisyphusarbeit" auf den Schneisen, d.h. der unablässigen Beseitigung des Gehölzaufwuchses. Humusdecken können auf den Schneisen durch Grubbern und Auslegen offener Baumgruben wenigstens stellenweise unterbrochen werden (vgl. hierzu LPK-Band II.16 "Leitungstrassen").

Sehr wichtige Verbundbiotope sind darüber hinaus

- blütenreiche Sand-Halbruderalrasen,
- staudenreiche Sand-Ruderalfluren,
- Weiden (*Salix spec.*)-reiche Gehölze in Auen, in der Feld- und Waldflur.

In ihnen befinden sich für zahlreiche Sandbienen die pollen- und nektarspendenden Pflanzenarten (vgl. Kap. 1.5.2.3.3 und Kap. 4.2.2.2.3, S.201, Punkt C). Hinsichtlich Grundlagen zu "Vernetzung und Verbund" siehe Kap. 2.6.

Wie Sandrasen-Biotop-Verbund-Systeme konkret zu gestalten und aus welchen "Großflächigen Lebensräumen", "Kleinflächigen Lebensräumen", "Korridor-Biotopen" und "Umgebenden Extensivierungsflächen" (vgl. Kap. 2.6.4.2, S.161) sie zusammzusetzen sind, hängt sehr stark von den lokalen Verhältnissen ab. Einige Empfehlungen können jedoch ausgesprochen werden, die für Sandrasen-Verbunde ganz allgemein gelten:

- (1) **Sandrasen-Verbunde sind so zu konzipieren, daß zumindest auf lange Sicht einige "Großflächige Sandrasen-Lebensräume" in ihnen integriert sind, die sich als Dauerlebensraum von Sandrasen-Organismen eignen!**

Sandrasen-Verbunde können nicht das Vorkommen großflächiger Sandrasen-Lebensräume ersetzen. Mit einem Sandrasen-Verbund läßt sich das Vorhaben, die Sandrasen-Organismen dauerhaft zu erhalten, nur realisieren, wenn in diesem Verbund Sandbiotope enthalten sind, die sich als Dauerlebensräume zumindest für die überwiegende Mehrzahl der Farn- und Blütenpflanzen sowie für zahlreiche Vertreter der Kleintierwelt eignen und für diese nicht nur Trittsteinfunktionen wahrnehmen können. Aufgabe des Verbund-Systems ist es nun, den Organismen-Austausch zwischen diesen Dauerlebensräumen aufrechtzuerhalten beziehungsweise wieder herzustellen.

Der Aufbau tragfähiger Sandrasen-Verbund-Systeme setzt heute praktisch überall in Bayern mitunter drastische Erweiterungen der bestehenden Restflächen voraus. Durch Regenerations-Management müssen die Umgebungsflächen allmählich wieder in einen sandrasenartigen Zustand (vgl. Kap. 4.2.4,

S.206) zurückversetzt werden! Die anzustrebende Flächengröße für einen Dauerlebensraum sollte mindestens mit drei Hektar veranschlagt werden, um wenigstens für einen Teil der Pflanzen- und der Kleintierarten der Sandrasen die Funktion als Dauerlebensraum wahrnehmen zu können (vgl. Kap. 2.6.1.1, S.151, Punkt 2). Für Sandrasen- und Sandbiotop-Lebensräume, die sich als Dauerlebensräume für Vogelarten wie Ziegenmelker, Heidelerche oder Brachpieper eignen sollen, darf diese Größe nicht unter 80 bis 100 Hektar betragen (vgl. Kap. 2.6.1.1, S.151, Punkt 2). Befriedigende Größenordnungen für Dauerlebensräume von anspruchsvollen Vogelarten werden offenbar erst ab 200 Hektar aufwärts erreicht.

(2) Kleinflächige Sandrasen-Biotop innerhalb eines Sandrasen-Biotop-Verbund-Systems auch dann vergrößern, wenn keine Aussicht besteht, an die Dimensionen eines "Dauerlebensraumes" der vollständigen Sandrasen-Lebensgemeinschaft heranzurücken!

Die Vergrößerung kleinflächiger Sandrasen-Biotop ist auch sinnvoll, ohne daß langfristig mit einer Vergrößerung auf das Niveau eines "Dauerlebensraumes" der vollständigen Sandrasen-Lebensgemeinschaft gerechnet werden kann. Die Chance, störungsfreie Innenflächen (vgl. Kap. 2.6.1.1, S.151, Punkt 1) zu erhalten, steigt mit zunehmender Flächengröße sowie mit einem günstigen Verhältnis aus Flächengröße und Randgrenzen-Länge an. Mit jeder Vergrößerung wird die Eignung als Trittstein verbessert, für einige Arten zusätzlich die Eignung als Dauerlebensraum hergestellt.

(3) Sämtliche Sandrasen und Sandbiotop, sämtliche Flächen- und Linear-Biotop, die Transportfunktionen für Sandrasen-Organismen wahrnehmen sollen, müssen ausreichend gegen Nährstoff-Eintrag abgepuffert sein!

Vernetzungsfunktionen in der Agrarlandschaft können nur solche Linear- und Flächen-Biotop wahrnehmen, die ihrerseits ausreichend abgepuffert sind. Die Erhaltung bzw. die Regeneration magerer Gräseräume, welche die Korridor-Biotop wie Waldränder und Wegränder, (vgl. Kap. 2.6.2.2, S.156) begleiten, schließt eine intensive agrarische Nutzung bis unmittelbar zum Rand dieser Korridor-Biotop hin i.d.R. aus! Korridor-Biotop wie Waldränder oder Hecken bedürfen mindestens 10 Meter breiter Pufferstreifen an den Lee- und ca. 20-30 Meter breiter Pufferstreifen auf den Luv-Seiten (Faustrichtwert, vgl. auch Leitbild I im Kap. 4.2.1.2.3, S.180). Bei den eigentlichen Sandrasen-Flächen sollten größere Pufferabstände mit mindestens 30 Meter auf den Lee- und ca. 50-100 Meter auf den Luv-Seiten zu den intensiv genutzten Agrarflächen hin eingeplant werden (vgl. Kap. 4.2.3.1, S.205).

(4) Die Abstände zwischen den Verbund-Elementen nicht zu groß werden lassen!

Hinsichtlich der Abstandsplanung zwischen den einzelnen Verbund-Elementen ist in Sandrasen-Biotop-Verbund-Systemen Vorsicht geboten! Eine Gewähr für einen Austausch von Sandrasen-Organis-

men besteht nur, wenn die Abstände zwischen den Verbund-Biotop nicht größer als 200 bis 300 Meter sind (vgl. Kap. 2.6.1.1, S.151, Punkt 3) und auf dieser Strecke zugleich keine Biotop mit ausgesprochenen Barrierewirkungen eingeschoben sind. Die Aktionsradien von pollensammelnden Wildbienen, die allenfalls mehrere 100 Meter betragen, dürfen nicht überschritten werden, wenn Vernetzungswirkungen auftreten sollen.

(5) Auf günstige Verbund-Strukturen achten!

Die Vernetzungswirkung zwischen zwei Biotop hängt stark davon ab, wie die Nahtstelle dieser Biotop strukturiert ist (vgl. Kap. 2.6.3, S.159). Günstig wirken sich mikromosaikartige Verzahnungen, Limes divergens-Strukturen zwischen offenen Sandrasen und flächigen Verbund-Biotop (z.B. lichte Sand-Kiefernwälder oder Streuobst-Bestände auf sandigem Untergrund) aus. Ist ein Sandrasen mit einem Linear-Biotop (z. B. Hecke) verbunden, so ist es vorteilhaft, wenn dieses in den Sandrasen eintaucht und umgekehrt Sandrasen-Streifen diesen Linear-Biotop begleiten.

(6) Sandrasen-Verbunde entlang der potentiellen Sandrasen-Standorte ausrichten!

Sandrasen-Biotop-Verbund-Systeme sind so im Gelände zu orientieren, daß nach Möglichkeit den potentiellen Sandrasen-Standorten gefolgt wird. Diese Standorte bergen das Potential in sich, eines Tages sich zu Sandrasen oder zumindest zu einem sandrasenähnlichen Biotop zu entwickeln.

(7) Bevorzugt Biotop-Typen für den Verbund vorsehen, die zum Bestand der traditionellen Landschaftstrukturen und des traditionellen Landschaftsbildes zählen!

Biotop-Typen, die in bestimmten Regionen traditionell den Sandrasen eng benachbart waren, dürften mit diesen auch über ihre Tier- und Pflanzenwelt eng verwoben sein. Der Verbund von Sandrasen mit solchen Biotop-Typen ist daher bevorzugt zu fördern.

(8) Den Verbund der Sandrasen mit Biotop suchen, in denen dieselben Tier- und Pflanzenarten vorkommen!

Es versteht sich von selbst, daß sich Biotop, die floristische und faunistische Übereinstimmungen mit den Sandrasen-Lebensräumen aufzuweisen haben, sich für den Verbund mit Sandrasen eignen. Zumindest für diese gemeinsamen Arten wird der Gesamt-Lebensraum vergrößert (wobei mit "gemeinsamen Arten" in diesem Zusammenhang nicht Trivialarten wie die Amsel oder der Star, sondern höherwertige Arten, z.B. Rote-Liste-Arten, gemeint sind).

(9) Landschaftsfremde Biotop nicht für den Verbund mit Sandrasen einplanen!

Landschaftsfremde Biotop-Typen, die nie zur Ausstattung einer Landschaft gehört haben, sollten auch nicht in Planungen zu Sandrasen-Biotop-Verbund-Systemen auftauchen. Hecken beispielsweise sind praktisch niemals in mit Sandrasen-Lebensräumen ausgestatteten Landschafts-Typen vorgekommen (vgl. Kap. 2.6.2.2, S.156).

(10) Barriere-Strukturen innerhalb der Sandrasen-Biotop-Verbund-Systeme entfernen!

Strukturen und Biotope, die innerhalb des Areals eines (geplanten) Sandrasen-Biotop-Verbund-Systems ausgesprochene Barrierewirkungen entfalten, wie zum Beispiel enggepflanzte Aufforstungsstreifen mit Kiefer, gelegentlich auch mit Fichte (vgl. Kap. 2.6.2.3, S.159), sind nach Möglichkeit in ein Biotop umzuwandeln, das Vernetzungsfunktionen wahrnehmen kann, oder sie sind wenigstens in ihrer Barrierewirkung zu entschärfen!

(11) In fachlich gut begründbaren Einzelfällen durch Barriere-Forsten Schneisen anlegen und/oder den Waldrand um einige Meter zurücksetzen!

In dichtstockenden Kiefernforsten, die zwei Sandrasen voneinander trennen, sind ggf. Schneisen anzulegen. Sofern eine günstig exponierte Waldrandseite zur Verfügung steht (Südseite) kann auch das Zurücksetzen des Forstes um einige Meter den Vernetzungsgrad verbessern. Als Schneisenbreite durch dichtstockende Koniferenforste sind mindestens 30 Meter (Süd-Nord-Verlauf) bis 50 Meter (Ost-West-Verlauf) notwendig, wenn der Lichteinfall auf der Schneisenmitte zur Ansiedlung der lichtliebenden Sandrasen-Arten ausreichen soll (vgl. Kap. 2.6.2.2, S.156). Die Schneisen sollen selbstverständlich nicht schnurgerade verlaufen, sondern durchaus etwas abgewinkelt sein und zum Forstrand hin Limes divergens-Strukturen aufweisen (vgl. Leitbild H in Kap. 4.2.1.2.3, S.180). Wird der Forstrand zurückversetzt, so sollten hierfür ca. 10 Meter angesetzt werden, um die Entwicklung eines dem Forst vorgelegerten Breitsaumes aus Sandrasen-Arten, Zwergstrauch-Beständen, Ginster (bzw. Geißklee)-Gebüschchen zu ermöglichen! Dieser Breitsaum würde den indirekten Verbund zwischen den beiden Sandrasen mutmaßlich entscheidend verbessern. Für solche Maßnahmen ist die Abstimmung mit der Staatsforstverwaltung und das Einverständnis der Grundbesitzer erforderlich.

(12) Straßenplanungen durch Landschaftsteile mit günstiger Verbundstruktur abschließen! Vorhandene Straßen eventuell umleiten!

Straßen verursachen eine sehr starke Zerschneidungswirkung (vgl. Kap. 2.6.2.3, S.159). In Landschaftsräumen, die sich aufgrund ihrer standörtlichen und strukturellen Beschaffenheit zur Integration in Sandrasen-Biotop-Verbund-Systeme eignen, sollten Neutrassierungen verhindert werden! Sind Trassen bereits vorhanden, so ist - sofern machbar - eine Verlegung anzuregen!

4.2.6 Flankierende Maßnahmen

Neben den Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen eines Sandrasen-Lebensraumes ist vielfach die Regelung des Freizeit- und Erholungsbetriebes erforderlich. Oft sind Besucherlenkungen notwendig (vgl. Kap. 4.2.6.1, S.214), die gezielte Öffentlichkeitsarbeit bildet eine wichtige Begleitung der Pflege-

und Entwicklungsmaßnahmen (vgl. Kap. 4.2.6.2, S.215).

4.2.6.1 Steuerung des Freizeit- und des Erholungsbetriebes

Faunistisch und floristisch wertvolle Sandrasen-Gebiete lassen sich kaum erhalten, wenn sie für die Bevölkerung eine zu große Attraktion darstellen und nur ungenügende Lenkungsmaßnahmen ergriffen werden.

In Bayern leiden u.a. die Populationen auf dem Truppenübungsplatz Hainberg bei Fürth an zu großen Besuchermengen. **Gegenwärtig erfolgt in keinem der bekannten Sandrasen-Gebiete Bayerns, etwa auf dem Astheimer Sand bei Volkach, auf den Offenstettener und den Siegenburger Dünen bei Abensberg, auf dem Pettstadter Sand südlich von Bamberg oder auf den Sanden bei Kahl/ Alzenau eine befriedigende und aus der Sicht der Erfordernisse des Artenschutzes hinnehmbare Lenkung des Besucherverkehrs.** Bei allen Pflege- und Entwicklungsplanungen zu Sandrasen-Gebieten ist dem Faktor Besucherverkehr Beachtung zu schenken und zu überlegen, wie hier Verbesserungen erzielt werden können.

Naturschutz und Erholungsnutzung werden wohl in einigen Sandrasengebieten auch in Zukunft "nebeneinanderher" stattfinden. Dabei ist die Klärung der Frage maßgeblich, ab wann die Erholungsnutzung die Schutzziele gefährdet. Entscheidend ist die Ermittlung der **Belastbarkeit** bzw. der **Tragfähigkeit** des betroffenen Sandrasengebietes.

Verändern die bei den Freizeitaktivitäten auftretenden Belastungen wie Tritt, Eutrophierung (z.B. durch mitgeführte Hunde), Brand (z.B. durch Feuerstellen), Beschädigung der Pflanzen durch Entnahme und Abpflücken, Beunruhigung und Vertreibung von Tierarten ein Sandrasen-Gebiet nachhaltig, so ist die Belastbarkeit überschritten. Wichtigster Belastungsfaktor im Zusammenhang mit dem Erholungsverkehr ist der Tritt. Wenn auch die Empfindlichkeit der Sandrasen wesentlich geringer zu veranschlagen ist als beispielsweise die von Schwingdeckenmooren (vgl. PFADENHAUER et al. 1985), und zu den Regenerationschancen fast immer viel günstigere Prognosen gestellt werden können, so treten auch in diesem Biotop-Typ mitunter kaum wiedergutzumachende Schädigungen auf.

Als Kriterien für ein Überschreiten der Belastbarkeit eines Sandrasen-Gebietes im Zusammenhang mit den Erholungsverkehr können gelten:

- Der Nachweis von Artenrückgängen, verursacht durch den Erholungsbetrieb;
- Anteile der gestörten Vegetation durch den Erholungsverkehr von über 5% (=vorläufiger Richtwert) bezogen auf das Gesamtgebiet;
- Die Installation fester Erholungseinrichtungen;
- Das Vorkommen von Feuerstellen;
- Wegenetze im Inneren des Sandrasen-Gebiets und in den Halbschluß-Sandrasen;

- Eutrophierungen durch den Erholungsbetrieb (= massiertes Auftreten von eutraphenten Pflanzenarten an den Wegrändern und an den Lagerplätzen).

Ist die Belastbarkeit überschritten, so ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- Das Betreten der vegetationsfreien Sande und der Pionier-Silbergrasfluren ist allenfalls während des Winterhalbjahres unproblematisch. Während des Sommers führt es zur Beunruhigung und Vertreibung, zur Zerstörung der Fortpflanzungseinrichtungen so empfindlicher Tierarten wie Brachpieper, Blauflügeliger Sandschrecke, Blauflügeliger Ödlandschrecke, Ameisenlöwen-Arten, verschiedenen Grabwespen, Sandbienen und anderen mehr. **Betretungsverbote sollten deshalb - soweit erforderlich für Offensandgebiete* durchgesetzt werden und zwar in der Zeit vom 15. März bis zum 30. September, wenn stark gefährdete Sand-Tierarten angemessen geschont werden sollen. Bei Heidelerchen-Brutvorkommen (vgl. Kap. 1.5.2.1) sind noch frühere Betretungsverbote angebracht (z.B. ab 1. März sperren).**
- Möglichst ganzjährig von Trittbelastungen durch den Menschen sind die moos- und flechtenreichen Halbschlußstadien auszunehmen. Von allen Vegetationsformen der Sandrasen sind sie offenbar dem Tritt am wenigsten gewachsen; Zugleich konzentriert sich hier ein Großteil der nach RL Bayern (SCHÖNFELDER 1986) "vom Aussterben bedrohten" (Gef. Grad 1) und der "stark gefährdeten" (Gef. Grad 2) Gefäßpflanzen-Arten.
- Von Abzäunungen wird in manchen Fällen nicht abzusehen sein, wie es beispielsweise im NSG Pferdriedsdüne bei Sandhausen (Baden-Württemberg) praktiziert wird. In manchen Sandrasen-Gebieten könnte der Bau von Holzstegen Abhilfe schaffen, z.B. auf dem NSG Dürringswasen bei Astheim. In den Küstendünen ließen sich mit der Installierung von Holzstegen die Trittschäden zum Teil erheblich reduzieren.

Trotz dieser Befunde muß der Erholungsbetrieb jedoch keineswegs ausschließlich als negativ beurteilt werden! Sind Arten der Kleinschmielenrasen (THERO-AIRION-GES.) (vgl. Kap. 1.4.3.4) in einem Sandrasen-Gebiet vertreten, so sollten die Möglichkeiten geprüft werden, diese Artengruppe indirekt durch ein gewisses Maß an zu tolerierenden mechanischen Belastungen (Tritt, auch sporadisches Befahren auf vorhandenen Fahrspuren!) zu fördern. Selbstverständlich dürfen sich diese Belastungen nicht regellos über das gesamte Gebiet verbreiten, sondern müssen auf genau vorher festzulegende Bereiche beschränkt bleiben.

Letzendlich wird zu jedem Sandrasen-Gebiet eine spezifische Lösung gefunden werden müssen, die die Schutzziele nicht gefährdet, zugleich

aber die Sandrasen-Schutzgebiete nicht unnötig dem Besucher versperrt.

4.2.6.2 Öffentlichkeitsarbeit

A) Führungen/Vorträge/Bekanntmachungen

Nicht vernachlässigt werden sollte die begleitende Öffentlichkeitsarbeit zu den Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen der Sandrasen-Lebensräume. Maßnahmen sind letztendlich auf die Zustimmung der Öffentlichkeit angewiesen. Gerade die Pflege- und Entwicklungsarbeit in den "unansehnlichen" Sandrasen-Lebensräumen findet bisher nicht in dem Maße die Anteilnahme der Öffentlichkeit, wie es etwa bei den Schafhutungen der Kalkmittelgebirge oder bei an attraktiven Blütenpflanzen reichen Mager- und Streuwiesen der Fall ist (vgl. Kap. 3.2.1).

Es wird dringend angeraten, jede umfangreiche Entbuschungsaktion zuvor in der Öffentlichkeit über die Presse bekannt zu machen. Unvorhergesehene, überraschende Entbuschungs- und Entwaldungsaktionen können im nachhinein ein sehr negatives Echo finden und die Pflegearbeit in ein ungünstiges Licht rücken (vgl. Kap. 3.4.1.3).

Über dieses absolut notwendige "Muß" hinaus sollten insbesondere in Gebieten, in denen strenge Wegegebote herrschen, lehrpfadartige Tafeln aufgestellt werden, die das Gebiet und die Tier- und Pflanzenwelt vorstellen. In diesem Zusammenhang ist es keineswegs notwendig, auf die besonderen floristischen und faunistischen Seltenheiten des Gebietes aufmerksam zu machen. Vielmehr empfiehlt es sich, stärker die verbreiteten Charakterarten der Lebensgemeinschaft Sandrasen in den Vordergrund zu rücken und zu erläutern.

Das Verständnis der Öffentlichkeit für die Naturschutz- und Pflegearbeit kann durch öffentliche Führungen erheblich gefestigt werden. Anlässlich solcher Führungen können die grundlegenden Eigenschaften und Besonderheiten der Lebensgemeinschaft Sandrasen vorgestellt werden. Insbesondere das Einleitungskapitel 1.1, die allgemeinen Einführungen zur Pflanzenwelt (Kap. 1.4.1, S.24) und zur Tierwelt (Kap. 1.5.1, S.44) sowie das Kapitel 1.9 in diesem Band bieten hierzu den notwendigen fachlichen Hintergrund. Für diesen Zweck sind auch die Einzelartbeschreibungen der Kapitel 1.4 und 1.5 besonders dienlich. Selbstverständlich müssen sich solche Führungen selbst an die Beschränkungen des Schutzgebietes halten.

B) Informationen an öffentliche und private Flurstücksbesitzer mit Sandrasen-Vorkommen

Ein erhebliches Sandrasenpotential in Flug- und Terrassensand-Gebieten bergen auch:

- Gewerbegebiete
- Bahnhofsanlagen
- militärische Anlagen
- Flughäfen

* Sandrasen stehen unter dem besonderen Schutz des Art. 6d BayNatSchG

Auf die Besitzer bzw. die verantwortlichen Leiter von Betrieben kann eingewirkt werden, die Sandfluren in ihrem Betriebsgelände nach Möglichkeit zu erhalten. So wird verhindert, daß die Sandfluren aus falsch verstandener "Umweltpflege" z.B. durch Auftrag von Fremderde in für den Artenschutz wertlose Grünanlagen mit Ziersträuchern oder Krüppelkoniferen verwandelt werden. Die Rettung von Sandfluren im Firmen- und Betriebsgelände stellt einen wertvollen Beitrag zur Erhaltung der Sandökosystem-Arten dar, der in vielen Regionen nicht hoch genug eingeschätzt werden kann! Durch den Verzicht auf die Erstellung kostspieliger Grünanlagen werden zudem oft erhebliche Geldmittel eingespart.

Innerhalb von Gewerbe-, Bahn-, Flughafen- und militärischem Übungsgelände sollte in Sandrasen-Bereichen gegebenenfalls auf eine Reduktion der mechanischen Belastung (die v.a. durch LKW's erfolgt) hingewirkt werden. Nicht selten bieten sich

sogar relativ großflächige Entwicklungs- und Optimierungsmöglichkeiten für Silbergras- und Graselkenfluren im Firmen-, Bahnhofs- und Flughafengelände an, die mit dem ordnungsgemäßen Betrieb dieser Einrichtungen ohne weiteres in Einklang gebracht werden können.

4.3 Spezielles Handlungs- und Maßnahmenkonzept / Gebietsspezifische Aussagen

(Bearbeitet von N. Meyer)

Dieses Kapitel befaßt sich mit regionen- und gebietsspezifischen Erfordernissen zur Pflege und Entwicklung von Sandrasen und Sandfluren, sofern deren Eigenart einerseits und unser Kenntnisstand andererseits dies über das "Allgemeine Handlungs- und Maßnahmenkonzept" hinaus erforderlich ma-

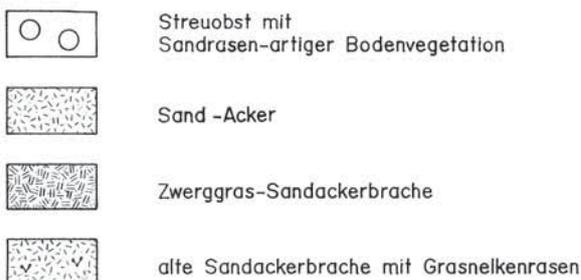
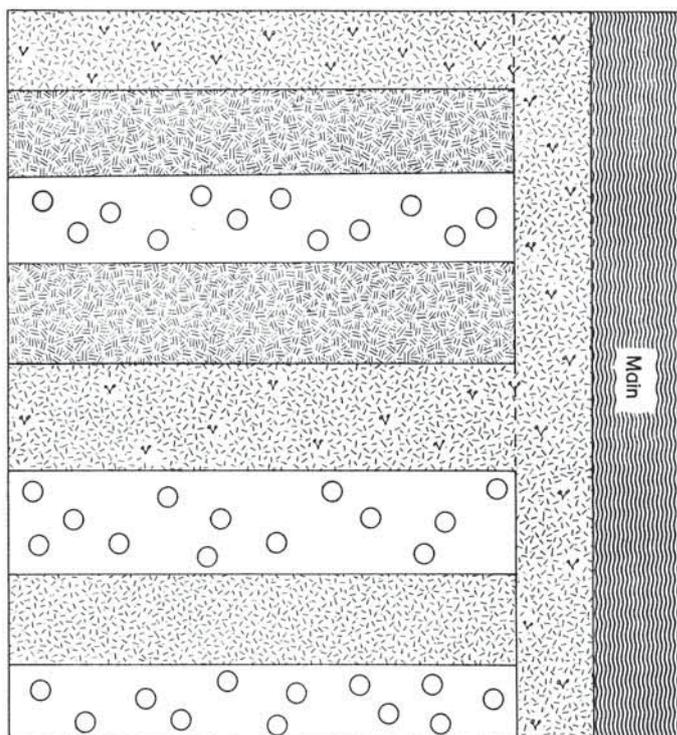


Abbildung 4/15

Zu Leitbild A1: Schema zu den Sandacker-Streuobst- Weide- Mischnutzungsflächen im Raum Stockstadt/Lkr. Aschaffenburg. Die Streuobstzeilen stehen in unregelmäßigem Wechsel mit mageren Sandäckern, einjährigen Zwerggras-Sandackerbrachen und mehrjährigen Sandackerbrachen mit Graselkenrasen. Zwischen den handtuchartigen Parzellen und dem Main ist ein fließbegleitendes Sandrasen-Band eingeschoben.

chen bzw. ermöglichen. Es ist untergliedert in zwei Kapitel:

- **Kapitel 4.3.1**, S.217, wendet sich den verschiedenen "Sand-Provinzen" aus dem Kapitel 1.8.2 zu, für die jeweils spezifische Angaben zu Pflege und Entwicklung gemacht werden.
- Im **Kapitel 4.3.2** (S.222) werden die Schwerpunktgebiete zur Entwicklung von Sandrasen-Ökosystemen auf Landkreisebene zusammengestellt.

4.3.1 Pflege und Entwicklung der wichtigsten Sandrasen-Lebensraumtypen Bayerns

In der Reihenfolge wie in Kap. 1.8.2 werden zu jedem regionalen Sandrasen-Lebensraumtyp Empfehlungen, Hinweise und Auskünfte zur Pflege und Entwicklung gegeben. Zunächst werden die wichtigsten spezifischen Erfordernisse zu Pflege und Entwicklung hervorgehoben. Anschließend folgt entsprechend der Grundgliederung des "Allgemeinen Handlungs- und Maßnahmenkonzepts" die Abhandlung der folgenden Punkte:

- Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele
- Pflege, Pflegemaßnahmen
- Pufferung
- Wiederherstellung und Neuanlage, Biotopverbund
- Anmerkungen, Sonstiges

Dabei werden jeweils die spezifischen Aspekte besprochen und Querverweise zu den relevanten Kapiteln des "Allgemeinen Handlungs- und Maßnahmenkonzepts" gegeben, beim letzten Punkt gegebenenfalls konzeptrelevante Literatur oder weitere Hinweise.

Die nachstehenden Ausführungen zu den einzelnen Sandrasen-Landschaften sind nur als grobe Zusammenfassung und Anregung konzipiert und können keinesfalls detaillierte Gebietskonzepte ersetzen.

4.3.1.1 Sande am Mittleren Main zwischen Schweinfurt und Kitzingen sowie am Unteren Main zwischen Alzenau/Kahl und Wertheim

Nur noch Promilleanteile ihrer ehemaligen Ausdehnung weist die Sandrasen-Vegetation auf den Flug- und Terrassensanden am Mittel- und Untermain auf. Zu erheblich waren die Verluste durch Abbau, Aufforstung, Nutzungsintensivierung, Bebauung und Industrieansiedlung.

Der geschilderte Rückgang geht mit einer erheblichen Entwertung der Restflächen einher. Die ehemals bedeutenden Vorkommen lichter Kiefern-Eichen-Hutwälder auf Flugsand haben durch Nutzungsauffassung und Aufforstung ihren Trockenwald-Charakter weitgehend verloren, Bestände mit den wertbestimmenden Arten sind demzufolge nur noch lokal anzutreffen. Die Halbschluß-Sandrasen mit Silberscharte und Nordischem Mannsschild, die hier ihre beiden bayerischen Areale hatten, sind am Mittelmain außerhalb der winzigen Schutzgebiete

fast verschwunden und am Untermain mittlerweile vollständig vernichtet. Von den extensiven *Mibora*-Sandäckern mit Streuobstanteilen und fakultativer Weidenutzung, die in Bayern nur am Untermain vorkommen, sind wohl noch - großteils brache - Restflächen vorhanden, jedoch hochgradig durch Planungsvorhaben zur Industrieansiedlung etc. gefährdet. Für Sandgrasnelkenfluren unter extensiver Beweidung gilt abgesehen von geschützten Bereichen (NSG Grohberg) Vergleichbares.

Daher ist neben der dringenden naturschutzrechtlichen Sicherung der Sandrasen-Restflächen besonderer Wert auf großzügig dimensionierten Umgriff zu legen. Auf standörtlich geeigneten Erweiterungsflächen, in erster Linie Sandäcker und -brachen sowie Kiefernforste auf Sand und Abgrabungsbereiche, muß der Schwerpunkt auf Wiederherstellung und Neuanlage von Sandrasen gelegt werden. Typische Beispiele hierfür sind die Reste von Talsandbrachen um Wertheim, Miltenberg, Kahl und Alzenau, ebenso die beiden mittelmäinischen Naturschutzgebiete "Astheimer Dürringswasen" und "Fahrer Sande".

Daneben muß auf ausreichende Pufferung und gegebenenfalls Aushagerung der Sandflächen geachtet werden. Von erheblicher Bedeutung ist zudem die Dokumentation der Auswirkungen von Pflege- und Wiederherstellungsmaßnahmen auf Dauerflächen.

Eine wesentliche Voraussetzung für den langfristigen Erfolg der Pflege und Wiederherstellung ist die Aufrechterhaltung und Re-Etablierung einer ortsgebundenen Hüteschafhaltung.

Spezifische Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele:

A1) Sandacker-Streuobst-Weide-Mischnutzungsflächen

(A1) Leitbild:

Auf den Sanden der Main-Niederterrasse bei Stockstadt/Aschaffenburg wechseln auf langen, schmalen Parzellen Streuobstreihen mit extensiv bewirtschafteten Sandmager-Ackerstreifen, einjährigen Sandacker-Brachen mit Zwerggras-Beständen und älteren, triftbeweideten Ackerbrachen mit Sandgrasnelken-Schwingelgrasrasen ab. Der Wechsel zwischen den einzelnen Parzellen-Typen erfolgt unregelmäßig (vgl. **Abb. 4/15**, S. 216).

(A1) Pflege- und Entwicklungsziele:

Durch Beibehaltung der kleinzelligen Parzellierung, wo sie noch vorhanden ist, und durch Sicherung wechselnder Extensivnutzung durch Pflegemanagement kann das ansprechende, feingliederte Erscheinungsbild von Teilen des Talraums mit seinen zahlreichen Grenzlinien, wechselnden Bestandshöhen, -dichten und Trophiestufen erhalten werden und sein eigenständiges Gepräge erhalten oder wiedergewinnen.

Für den Artenschutz sind magere, regelmäßig umgebrogene Bereiche (Zwerggras) und beweidete, lückige Sandgrasnelken-Rasen (Fuchsschwingel,

Sand-Strohblume, sandsiedelnde Insekten) besonders wertvoll.

B1) Einbindung der Sandacker-Streuobst-Weide-Mischnutzungsflächen (Leitbild A1) in das umgebende Landschaftsgefüge. Herausbildung von Vegetationskomplexen aus Streuobst-Acker-Gebieten, Pionierrasen, Sandgrasnelkenweiden, Abgrabungsresten und Dünenwäldern (idealisiert).

(B1) Leitbild:

Die Streuobst-Acker-Komplexe sind untereinander verbunden über offene, schütter baumbestandene Sandrasen entlang der Hochterrassenkante (s. Abb. 4/16, S. 218). Ferner führen linienförmige Triftwege zu den Streuobst-Sandgrasnelkenrasen der Talhänge. Benachbarte Ränder von Kiefernforsten auf den sandigen Hochterrassen sowie auf Dünen weisen lichte, offene Passagen und aufgelockerte, ungerade verlaufende Grenzen auf, Abgrabungen in ihnen werden periodisch offengehalten. Baggerungen in der Niederterrasse zeigen flache Hänge und erreichen stellenweise das Grundwasser.

(B1) Pflege- und Entwicklungsziele:

Durch Vernetzung der Sandrasenkomplexe und Wiederherstellung der Beweidbarkeit wird der Diasporen-Austausch zwischen den isolierten Bereichen ermöglicht und die Gesamtbilanz der Flächengrößen der einzelnen Formationen vergrößert. Bei ausreichendem Wiedererstarken der Sandrasen-Lebensräume ist Wiedereinbringung von Silberscharte zu erwägen, wobei heimische Herkünfte aus Erhaltungskultur zu bevorzugen sind.

Pflegemaßnahmen:

Herbstlicher Umbruch oder Fräsung von Zwerggras-Vorkommen zur Bestandserhaltung. Liegenlassen größerer Brachen bei teilweiser Abschlebung des Oberbodens (vgl. Leitbild F, Kap. 4.2.1.2.2, Abb. 4/5, S. 180 und Kap. 4.2.2.1.1.4, S.194). Die Sandackerbrachen sind hauptsächlich durch Schafe zu beweiden. Extensive Nutzung der Streuobstzeilen, gelegentliche Ackernutzung mit allenfalls mäßigem Düngereinsatz frisch umgebrochener Parzellen, eingestreut auch Beerensträucher oder (ökologischer) Baumschulbetrieb kommen in Betracht.

Sandwälder werden durch Bekämpfung von Problempflanzen besonders im Kontakt zu bestehender Sandwald-Vegetation und Sandrasenresten in lichte Bestände mit offenen Sandrasenabschnitten umgewandelt, Dünen unter Schonung der schutzwürdigen Bestände zumindest partiell freigestellt und von Streu befreit. Die Sandgrubenböschungen und -sohlen werden durch geeignete Maßnahmen periodisch an Vergrasung und Verbuschung gehindert, wobei lokal ältere Sukzessionsstadien mit Baumaufwuchs und Weidengebüsch geduldet werden (Hymenopteren). Sandrasen, insbesondere Sandgrasnelkenrasen werden nach Bedarf triebbeweidet, wobei die Pflegeansprüche wertbestimmender Arten zu berücksichtigen sind.

Pufferung:

Notwendig gegenüber Mais- und Spargeläckern, ggf. auch Gartenbau, durch Mähwiesen und extensiv genutzte Streuobstbestände. Näheres vgl. Kap. 4.2.3, S.205.

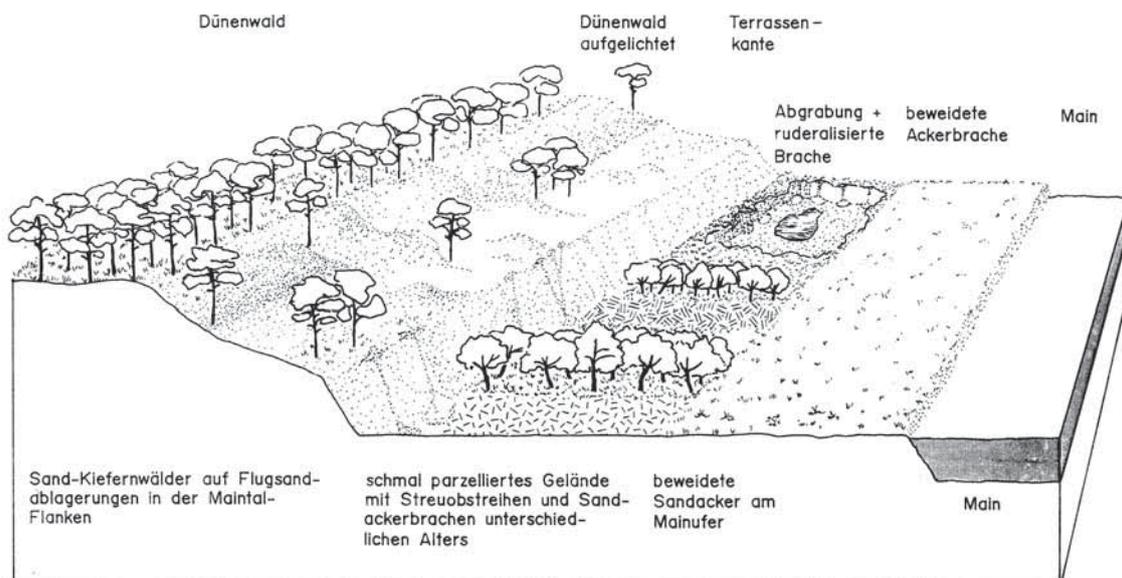


Abbildung 4/16

Zu Leitbild B1: Einbindung der Sandacker-Streuobst-Weide-Mischnutzungsparzellen in das umgebende Landschaftsgefüge. Auf der Niederterrasse werden die handtuchartigen Parzellen bisweilen von Abgrabungen unterbrochen, in denen sich kleine Tümpel befinden. Die Sand-Kiefernforste oberhalb der Terrassenkante sind zur Talseite hin aufgelichtet und werden offenlandarten-freundlich bewirtschaftet.

Wiederherstellung und Neuanlage:

Im vormalig agrarisch genutzten Gelände ist die Entscheidung zwischen Abschieben der Krume, mehrjährigem Ausmagern durch Mahd, durch Umbruch/Beweidung oder durch Einsetzen von Beweidung ohne Primärmaßnahmen vom Ausgangszustand abhängig (vgl. [Kap. 4.2.4.1](#), S.207). Zur Wiederherstellung aus Kiefernforsten siehe die Ausführungen in [Kap. 4.2.4.3](#), S.211.

Biotop-Verbund:

Im Mittleren und Unteren Maintal sind außer den Acker-Streuobstbereichen folgende Biotop-Typen zu größeren Verbundfliesen zusammenzuschließen:

- Sandrasen-Reste,
- Acker-Brachen,
- Offene und verbuchte Hochterrassenkanten,
- Magerrasen und -brachen am Talgehänge,
- Abgrabungen,
- Dünen- und Terrassensand-Kiefernforste,
- Sandige Straßen- und Dammböschungen,
- Restflächen innerhalb der Siedlungs- und Industriegebiete.

Allgemeine Hinweise und Empfehlungen zum Biotop-Verbund sind Gegenstand des [Kapitels 4.2.5](#), S.212.

Anmerkung:

Im Flugsanddünengebiet Alzenau, im Raum Kleinalstadt-Eisenfeld-Erlenbach und Faulbach laufen derzeit Sandrasen-bezogene Umsetzungsprojekte des ABSP.

4.3.1.2 Sandrasen im Rednitz-Regnitzbecken und am Ober-Main zwischen Lichtenfels und Eltmann

Den Sandrasen des Regnitz-Obermain-Gebiets fehlen wegen geringerer klimatischer Extreme sowie wegen des mageren Substrats die Ausbildungen mit Silberscharte, Mannsschild-Arten und Gmelins Steinkraut. Sie weisen dafür sowohl Winterlieb-Kiefernwälder als auch die erheblich mineralstoffärmeren, oft +/- sauren Flechten-Kiefernwälder auf, letztere noch immer in erheblicher flächiger Ausdehnung. Von Norden nach Süden treten THERO-AIRION-Rasen und Karthäusernelken-Ausbildungen von Sandgrasnelken-Rasen zugunsten basenärmerer Rasen-Typen zurück.

Die ehemals lückenlos entlang von Main, Regnitz-Rednitz und Pegnitz sich erstreckenden beweideten Sandrasen mit Grasnelken sind bis auf einige wenige Restflächen umgewidmet oder z.B. durch Überbauung oder Abbau vernichtet. Unter Flächenschutz oder innerhalb von militärischen Übungsplätzen finden sich wenige, meist für effektiven Schutz und Weidenutzung zu kleine Bereiche noch unter Weidenutzung.

Der Schwerpunkt der Naturschutzarbeit muß hier daher in der naturschutzrechtlichen Sicherung ausreichend großer Bereiche um die Restflächen herum sowie in der Organisation stabilisierender, traditioneller Nutzungsformen (Triftweide!) gesetzt werden.

Übungsplatzbereiche von naturschutzfachlich landesweiter Bedeutung, wie in Tennenlohe bei Erlangen oder der Hainberg bei Fürth, sollten durch Absprache mit der Standortverwaltung und den Bundesforstbehörden in ihrem Bestand erhalten und optimiert werden, bei Auffassung als militärisches Übungsgelände ausreichend gesichert werden.

Über die Schutzgebietsausweisung der Kernzonen hinaus ist angesichts des Nutzungsdrucks durch den Spargelanbau und den Sandabbau die vollständige kartographische Erfassung der Potentiale von Sandrasenfluren im Pegnitztal empfehlenswert. Auf eine künftige Vorrangnutzung Naturschutz ist nach Möglichkeit hinzuwirken. Die stärksten Konfliktpotentiale entstehen am Rand der Ballungsräume (Nürnberg, Bamberg), zumal im Zuge der gegenwärtigen Wohnungsnot dort der Wohnungsbau als potentieller Bedrohungsfaktor hinzutritt.

Die kleinflächigen Reste von Winterlieb-Kiefernwäldern auf Dünen sind - soweit erforderlich - dringend naturschutzrechtlich zu sichern, ebenso die Kerngebiete der unter extremem, in Zukunft noch weiter zunehmenden Abbaudruck stehenden Sandwälder auf den reinen Quarzsanddünen südlich und östlich von Nürnberg. Die Bestände sind aufgrund zurückliegender Schädlingskalamitäten heute meist flächig mit zu dichtem Altersklassenwald bedeckt und bedürfen der bestandeserhaltenden Pflege (vgl. [Kap. 4.2.2.1.2](#), S.196). Abgrabungen sollen nicht mehr durch Verfüllungen verlorengehen, sondern im Regelfall einer Naturschutz-Folgenutzung unterliegen.

Zur Sicherung der von Meliorisierung durch flächige Substratauffüllung oder Aufforstung bedrohten Sandäcker sollten ausreichend attraktive Fördermöglichkeiten angeboten werden.

Spezifische Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele:

Für die Sandrasen des Regnitzbeckens und Obermains gelten die Grundpflegeziele sowie die im "Allgemeinen Handlungs- und Maßnahmenkonzept" erarbeiteten Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele (vgl. [Kap. 4.2.1.2](#), S.173).

Pflegemaßnahmen:

Als Grundpflegeform der Sandrasen in den Talgebieten gebührt der Hüteschafhaltung der Vorzug. Ansonsten ist die Palette der angebotenen Pflegemöglichkeiten jeweils situationsgemäß (vgl. [Kap. 4.2.2.1.1.2](#), S.192, bis [4.2.2.1.1.6](#), S. 4/) einzusetzen.

Pufferung:

Die Pufferung kann durch Extensivwiesen und -weiden sowie Streuobstbestände oder Hecken erfolgen, wobei die Mindestabstände zur ungestörten Windeinwirkung beachtet werden müssen und die entstehenden, breiten Puffer als Ausweichflächen zur Sommerbeweidung dienen können. Dringend erforderlich ist auch die Rücknahme von beschattenden Aufforstungen vor Offensandstrukturen in Abgrabungsbereichen und Dünendurchstichen. Weitere Hinweise zur Pufferung sind dem [Kapitel 4.2.3](#), S.205 zu entnehmen.

Wiederherstellung und Neuanlage:

Zur notwendigen Flächenerweiterung sind neben der Wiederbeweidung und Ausmagerung benachbarter Intensivgrünland- und Sandackerbereiche auf der Niederterrasse möglichst auch auf den weitgehend aufgeforsteten Hochterrassen- und Dünenanden die Kiefernforsten heranzuziehen.

Weitgehend aufgeforstet und dringend aufflichtungsbedürftig sind etwa die Sandrasen bei Erlangen-Möhrendorf am Wasserwerk und Teile des Hainbergs bei Fürth. Auch das Gros des Sandrasen-Gebietes im Sulztal zwischen Mühlhausen und Schlierhalde ist leider in den ausgehenden sechziger Jahren mit Kiefern aufgeforstet worden. Ebenfalls Abräumungen von Kiefernforsten sollten im Naturschutzgebiet "Neumarkter Sanddünen" vorgenommen werden, wenn die Offensandrasen-Reste auf lange Sicht nicht vollends entwertet werden sollen. Die NSG-Fläche setzt sich heute nahezu ausschließlich aus Kiefernforsten zusammen. Offene Sandfluren kommen in diesem Naturschutzgebiet nur noch in winzigen Restflächen vor. Konkrete Empfehlungen und Hinweise zur Wiederherstellung von Sandrasen ausgehend von aufgeforsteten Flächen sind Gegenstand des [Kapitels 4.2.4.3](#), S.211.

Biotopverbund:

In landschaftsübergreifende Biotop-Verbundsysteme zu den Regnitz-Main- Sandrasenbereichen sind folgende Biotop-Typen mit einzubeziehen:

- Streuobst-Bestände im Bereich der Ortskerne und an den Hangflanken;
- Salbei-Glatthaferwiesen über Lias an den Talflanken;
- Abgrabungsbereiche mit und ohne Naßanteil im Talbereich und auf hochgelegenen Terrassensanden;
- Eichen-Kiefernwälder mit Berghaarstrang-Säumen und Ginstergebüsch;

- Sandacker-Bereiche im Talgrund und auf den Flugsand- und Hochterrassendecken weiter abseits;
- Waldränder, Waldschneisen, Leitungstrassen, Hohl- und Triftwege als verbindendes Element auf der Hochfläche der Frankenalb im Osten und die Ackerplateaus des Oberen Keuper im Westen.

Allgemeine Hinweise und Empfehlungen zum Biotop-Verbund sind Gegenstand des [Kapitels 4.2.5](#), S.212.

Anmerkung:

Den Weißenbrunner Sanddünen (Lkr. LAU) ist ein ABSP-Umsetzungsprojekt gewidmet.

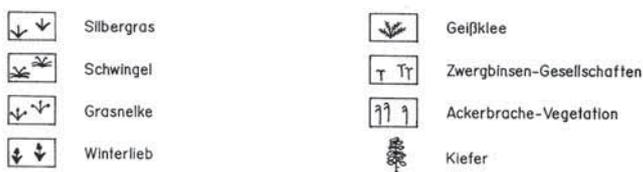
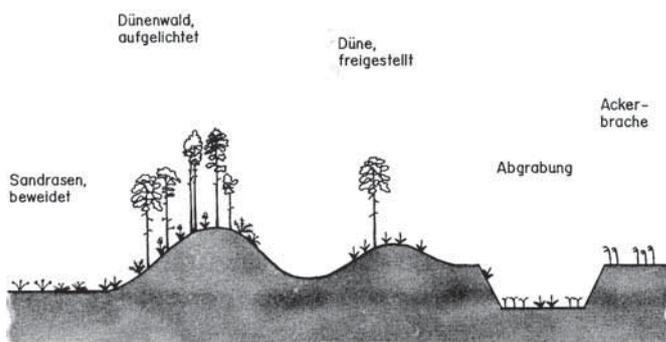
4.3.1.3 Abensberger Dünengebiet

Die ehemals großflächig offenen, beweideten Dünenbereiche sind durch Nutzungsaufgabe bis auf geringe Restflächen verschwunden. Ebenso sind die artenreichen Dünen-Kiefernwälder durch Zunahme der Streuauflage, Kronenschluß und Zunahme konkurrierender Rohhumuskriecher auf kleine Restbestände geschrumpft.

Die naturschutzrechtliche Sicherung der Umgriffsbereiche der bestehenden Naturschutzgebiete im Abensberger Dünengebiet bildet neben der Wiederherstellung genügend großer, beweidbarer offener Sandrasen sowie neben der Aufflichtung und Pflege der wertvollen Dünenwald-Bereiche durch Streuhieb oder Waldweide einen Schwerpunkt der besonders vordringlichen Naturschutzarbeiten.

Spezifische Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele:

Für die Dünengebiete des Donauraums und der Paaraue sind die im "allgemeinen Handlungs- und Maßnahmenkonzept" erarbeiteten Leitbilder und Grundpflegeziele gültig (vgl. [Kap. 4.2.1.2](#), S.173).

**Abbildung 4/17**

Zu Leitbild C1: Querschnitt durch eine ideal gestaltete Dünenlandschaft im Abensberger Dünengebiet.

Ein auf die Offenstettener Dünen zugeschnittenes Entwicklungsmodell wird in [Kapitel 4.4](#) vorgestellt. Spezifisch auf die fragmentarisch erhaltenen Verzahnungen zwischen Dünenwald, Sandrasen, Waldschlägen, Sandgruben, Kleingewässer aller Art und kleinflächige Moorbildungen ist das folgende Leitbild zugeschnitten.

(C1) Vegetationskomplex aus Sand-Kiefernwäldern, Sandrasen, Abgrabungen und Moorbildungen in morphologischen Depressionen

(C1) Leitbild:

Offene Pionierrasen und beweidete Halbschlußbereiche auf freigestellten Sanden und Dünenpartien stehen im Wechsel mit schütter bestockten, gelegentlich streugerechten Sand-Kiefernwäldern (vgl. [Abb. 4/17](#), S. 220). Die Übergänge Wald / Weide sind fließend und werden gelegentlich mitbeweidet. In den offenen Dünentälern sind Vermoorungsansätze (mit *Sphagnum magellanicum*) und Kleingewässer vorhanden. Ebenfalls eingebunden sind dort kleinere Abgrabungsbereiche.

(C1) Pflege- und Entwicklungsziele:

In den Waldbereichen wird die Bestockung so locker und die Streuauflage so gering gehalten, daß im Sand-Kiefernwald-Bestand sich zumindest auf Teilflächen Sandrasen-Vegetation erhalten und entwickeln kann. Die einzelnen Offenbereiche werden durch Schneisen und Triftwege miteinander verbunden, um den Organismenaustausch sicherzustellen. An den Waldrändern werden die gebietstypischen Zwergginster-Säume gefördert. Die Offenflächen bieten durch ausreichende Größe die Voraussetzung für die Entstehung von Populationen der Blauflügeligen Sandschrecke, die oberhalb der kritischen Bestandesgröße liegen.

Pflegemaßnahmen:

Als Hauptpflege der Sandrasen und der Dünenwälder ist neben der Beweidung der Streuhieb im Kontakt zu den Vorkommen wertbestimmender Arten notwendig. Freigestellte Bereiche müssen durch Rücknahme von Schlagflur-Arten stabilisiert werden, sofern eine ausreichende Beweidung nicht organisierbar ist. Eine ausreichende Windeinwirkung auf die Dünenstandorte erfordert etwa 10 bis 20-fache Abstände der Hindernishöhe.

Konkrete Empfehlungen und Hinweise zur Pflege sind Gegenstand des [Kapitels 4.2.2](#), S.182

Pufferung:

Die Puffer- und Erweiterungsflächen, die im Zuge der Abräumung von Aufforstungen geschaffen werden, sind als Ausweich- und Pferchflächen für die Beweidung geeignet. Nähere Hinweise zur Abpufferung sind dem [Kapitel 4.2.3](#), S.205, zu entnehmen.

Wiederherstellung und Neuanlage:

Die wichtigste Ausgangssituation in den Abensberger Dünen stellen Kiefern-Aufforstungen dar; darüber hinaus kommen als Restitutionsareal noch Sandäcker in Betracht. Nähere Hinweise zur Wiederherstellung und Neuanlage sind Gegenstand des [Kapitels 4.2.4](#), S.206.

Biotopverbund:

In landschaftsübergreifende Verbund-Systeme sind neben den verschiedenen Sandrasen-Typen, Offensand-Standorten und den verschiedenen Sand-Kiefernwald-Typen auf Dünenstandorten vor allem die Sandäcker, Sandgruben und die im Gebiet noch vorhandenen flachen Kleingewässer und ephemeren Pfützen zu integrieren. Allgemeine Hinweise und Empfehlungen zum Biotop-Verbund sind Gegenstand des [Kapitels 4.2.5](#), S.212.

Anmerkungen:

Gezielten Hilfsmaßnahmen zu den wertbestimmenden Arten der Abensberger Sande sind bei SCHEUERER et al. (1991) zu entnehmen. Den Schrobenshausener Sandmagerrasen und Sandkiefernwäldern ist ein ABSP-Umsetzungsprojekt gewidmet.

4.3.1.4 Sandrasen-Reste und Kiefernforste der Oberpfalz um Grub und bei Grafenwöhr

Die Terrassensande um Grub bei Weiden zeichnen sich durch Grobsandigkeit bis Kiesigkeit aus. Zudem sind vermutlich durch Basenhaltigkeit und höhere Niederschläge Übergänge zu wechsellückigen bis nassen Pionierfluren zu verzeichnen, die anderwärts nur lokal auf nassen Sandgrubensohlen ausgebildet sind. Die Eigenständigkeit des Gebiets zeigt sich weiterhin im Vorherrschen eines Kiefern-Trockenwaldtyps mit *Genista pilosa* und Flachbärlapp-Vorkommen und Kontakten zu pfeifengrasreichen bis torfmoos-dominierten Moor-Kiefernwäldern mit *Stellaria longifolia*. Pionierrasen außerhalb der Abgrabungen und Grasnelkenrasen sind nurmehr in kleinsten Restflächen vorhanden.

Die Sicherung dieser Sandrasen mit ausreichenden Flächenanteilen der benachbarten Formationen und Wiederherstellung beweidbarer Flächengrößen ist dringend erforderlich, wenn auch gegenwärtig die Restituierung eines Triebweide-Systems zur Sicherung nachhaltiger Pflege noch nicht erreichbar erscheint.

Auf dem NATO-Übungsplatz Grafenwöhr sind Vorkommen von Silbergrasfluren, verzahnt mit den Naßpionieren *Radiola linoides* und *Illecebrum verticillatum* zu erwarten. Die Neophyten *Agrostis scabra* und *Hypericum majus* sind hier in nassen Furchen, Teichböden und Abgrabungsbereichen fest ins NANOCYPERION eingebürgert. Auf die Etablierung und die Sicherung einer nachhaltigen Pflege in diesen Bereichen über die Bundesforst- und Standortverwaltung sollte hingewirkt werden.

(D1) Sandrasenkomplex mit Lämmersalat-Ackern, Heideginster-Kiefernwäldern und Moor-Kiefernwäldern im Mittleren Naabtal

(D1) Leitbild:

Trockene Pionier-Sandrasen und Grasnelkenrasen wechseln mit frischen bis nassen Pionierfluren. Lämmersalat-Ackerbereiche mit breiten Randstreifen und Jungbrachen mit Frühem und Frühlings-Ehrenpreis stehen im Kontakt. Zu den Kiefernwäldern

offene Übergänge mit unscharfer Wald-Weide-Grenze. Im Waldesinnern gliedern Schneisen und offene Bereiche mit Kontakt zu den Weideflächen den Bestand. Der Übergang vom Trockenwald zum Moor-Kiefernwald kann sich kontinuierlich vollziehen (s. Abb. 4/18, S. 222).

Pflege- und Entwicklungsziele:

Wiederherstellung von beweidbaren Sandrasen-Flächengrößen durch Folgenutzung Naturschutz in ehemaligen Abbauflächen. Der offene Charakter mit Wechsel von Trocken-Naß-Pioniervvegetation ist Pflegeziel. Aufgelichtete Kiefern-Forstabschnitte sind unter Berücksichtigung der Standortansprüche der Flachbärlappe und Schonung der Flechtenausbildungen in altersheterogene Kiefern-Eichen-Mischbestände umzubauen. Die Feuchtwald-Abteilungen sind wiederzuvernässen und über eine Auflichtung hin zu standortgerechten Anteilen von Birke, Kiefer und Fichte zu entwickeln. Im Übrigen gelten für die Sandrasen und Trockenwälder auf Sand die Grundpflegeziele sowie die im "Allgemeinen Handlungs- und Maßnahmenkonzept" erarbeiteten Leitbilder, Pflege- und Entwicklungsziele.

Pflegemaßnahmen:

Hinweise und Empfehlungen zur Pflege der Sandrasen sind dem Kapitel 4.2.2.1.1, S.186, zur Bestandespflege der Sand-Kiefernwälder dem Kapitel 4.2.2.1.2, S.196, zu entnehmen.

Pufferung:

Siehe Kapitel 4.2.3, S.205.

Wiederherstellung und Neuanlage:

Für die Regeneration von Sandrasen sind in erster Linie Sandäcker, Brachflächen, Abgrabungsbereiche und Aufforstungen geeignet. Konkrete Hinweise und Empfehlungen sind Gegenstand des Kapitels 4.2.4, S.206.

Biotopverbund:

Durch Verbreiterung und Freistellen von Leitungstrassen und Wegrändern, bevorzugt alten Triftwegbereichen. Daneben bergen alte Brandschutzstreifen an Bahndämmen trotz nahezu flächigen Zuwachsens seit der Aufgabe der Dampflok noch erhebliche Mengen an Rasenresten, was sie als lineare Elemente eines Biotop-Verbunds in dieser Landschaft prädestiniert. Empfehlungen und Hinweise zum Biotop-Verbund sind dem Kapitel 4.2.5, S.212, zu entnehmen.

4.3.2 Räumliche Schwerpunkte nach Landkreisen

Die nachfolgende Liste von Entwicklungsschwerpunkten, in denen die vorstehenden Konzepte bevorzugt mit Pflege und Förderung ansetzen sollen, ist als vorläufige Vorschlagsliste konzipiert. Sie kann angesichts des raum- und nutzungsübergreifenden Charakters der Konzepte eine Gebietskulisse nicht ersetzen. In einer solchen müssen Ergänzungen von Regierungsbezirks- und Landkreisebene, aber auch entsprechende Flächen aus der forstlichen Standortkartierung und der landwirtschaftlichen Bodengütekataster miteinfließen.

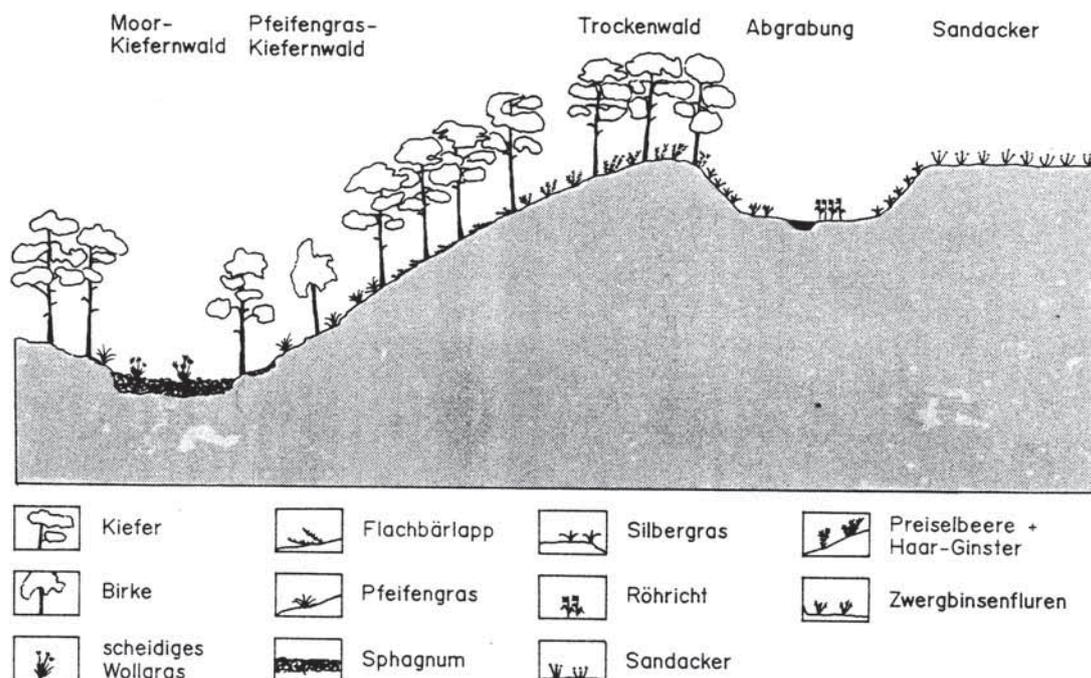


Abbildung 4/18

Zu Leitbild D1: Komplexstrukturierung der Sand-Lebensräume im mittleren Naabtal/Oberpfalz.

4.4 Pflege- und Entwicklungsmodell

Zu mehreren Sandrasen-Lebensräumen Bayerns liegen Pflege- und Entwicklungspläne (PEPL) vor, so zum Beispiel zum NSG "Dürringswasen", das die Reste des Astheimer Sandes umfaßt, und zu den Offenstettener Dünen.

Im Astheimer Sand wurden zwischenzeitlich umfangreiche Maßnahmen zur Bekämpfung der Robinie durchgeführt, die zur Entfernung dieses Gehölzes geführt haben. In den Offenstettener Dünen erbrachten gezielte Maßnahmen zur Bestandserhal-

tung einiger hochgefährdeter Pflanzenarten wie *Pulsatilla vernalis* und *Chimaphila umbellata* den gewünschten Erfolg (vgl. SCHEUERER et al. 1991).

Pflege- und Entwicklungspläne zu Sandrasen-Lebensräumen gibt es z.B. zu folgenden Naturschutzgebieten:

- PEPL NSG "Offenstettener Dünen"
- PEPL NSG "Dürringswasen"
- PEPL NSG "Pettstädter Sand"

Tabelle 4/1

Entwicklungsschwerpunkte für Sandrasen-Ökosysteme

| Reg. Bez. | Lkr. | Entwicklungsschwerpunkt | Reg. Bez. | Lkr. | Entwicklungsschwerpunkt | | |
|-----------|-----------|--|-----------|------|--|--|---|
| Obb | Ei ED | Sandrasenrest bei Beilngries | | | Sandrasen östlich Sollngriesbach NSG Neumarkter Sanddünen Pavelsbach Neumarkt-Berching Wolfsberg bei Dietfurt Sandrasen im Übungsplatz Grafenwöhr Grasnelkenrasen im Ortsgebiet Grafenwöhr Haidenaab-Manteler Forst Sandrasenreste bei Klardorf Sandrasenreste im Forst bei Fischbach und Greindorf Sünchinger Hart- Ochsenstraße Sandrasenreste bei Lichtenhaid Sandrasenreste bei Nittenau Charlottenhof-Bodenwöhr Sambacher Forst bis Klardorf s. Kap. 1.8.1 | | |
| | | Rasenreste bei Hinterauerbach | | | | | |
| | FS ND | Rasenreste bei Grünbach | | | | | |
| | | s. Kap. 1.8.1 | | | | | |
| | | Dünenreste bei Schrobenhausen | | | | | |
| | | Flugsanddünen bei Sandhof | | | | | |
| | | Flugsanddünen bei Haid | | | | | |
| | | Flugsanddünen bei Rain | | | | | |
| | Ndb | PAF DGF KEH | | | | Flugsanddünen bei Gröbern- Königslachen | |
| | | | | | | s. Kap. 1.8.1 | |
| LA SR | | s. Kap. 1.8.1 | | | | | |
| | | Dünengebiet Abensberg Dünengebiet Offenstetten Dünengebiet Siegenburg Dürnbuchforst-Ostrand | | | | | |
| Opf | AS | Ehrenbachsande bei Holzammer | | | | | |
| | | Freihölser Forst inkl. Truppenübungsplatz N Diebis | | | | | |
| | CHA NM | s. Kap. 1.8.1 | | | | | |
| | | Sandrasen bei Mühlhausen am Kanal | | | | | |
| Ofr | | | NEW | R | SAD | TIR BA | Sandwälder bei Oberhaid Mainsande bei Eltmann Börstig nördlich Bamberg Dünenwälder bei Hirschaid Talwiesen von Bamberg bis Pettstadt |

Fortsetzung Tabelle 4/1

| Reg. Bez. | Lkr. | Entwicklungsschwerpunkt | Reg. Bez. | Lkr. | Entwicklungsschwerpunkt | | | |
|-----------|----------------|--|-----------|------|---|--|---|---|
| Mfr | BT FO | Übungsgelände Hauptsmoorwald Sandrasenreste im Stadtgebiet | Ufr | AB | Terrassensande zwischen Großbellhofen und Neunkirchen am Sand | | | |
| | | Talwiesen von Pettstadt bis Erlangen Dünensande bei Haid und Rothensand Adelsdorfer Mark | | | Sande bei Schwarzenbruck- Ochenbruck-Pfeifferhütte Sandterrassen der Rednitz bei Pfaffenhofen Dünenwälder zwischen Pfaffenhofen und Harrlach | | | |
| | HO KC KU | s. Kap. 1.8.1 Sandfelder nördl. Mitwitz Böschungskanten in Mainnähe | | | WUG | Reste der Pleinfelder Sande, s. Kap. 1.8.1 | | |
| | LIF | Niederterrassen-Sande bei Niederau | | | N | Gebersdorfer Hardt Sandterrassen des Rednitztals zwischen Stein und Katzwang | | |
| | WUN | s. Kap. 1.8.1 | | | | Föhrenbuck Flughafenwald Rothsee-Hafen | | |
| | AN | Sandrasenreste nördl. der Wörnitz bei Wildburgstetten Terrassensande der Rezat Terrassensande der Altmühl Dentlein-Fetschendorf Pechhöfer Heide Sandgebiete südl. Heilsbronn Sulzachtal Dürrwangen- Langfurth Wilburgstetten-Diederstetten- Mönchsroth | | | | | | |
| | | ERH | | | Sandäcker um Röttenbach und Dechsendorf Sandwald um Lauf/Aisch Terrassen- und Dünensande zwischen Röttenbach und Möhrendorf Sandterrassen im Schwabachtal östl. Erlangen | HAS | Großes Wöhrd bei Stettfeld Sandäcker um Unterschleichach Sandrasen bei Zeil Sandrasen bei Augsfeld Maintal Haßfurt - Eltmann | |
| | | | | | FÜ | Flußterrassen der Regnitz zw. Erlangen und Fürth-Stadeln Sandgebiet zw. Erlangen und Tennenlohe | KT | Winterlieb-Kiefernwald bei Wiesentheid Sande bei Astheim, Fahr und Elgersheim Sandrasen und -äcker bei Sommerach Sandrasen und -äcker bei Dettelbach Sandrasen und -äcker bei Großlangheim Hartwald östl. Volkach Michelheidewald Forst östl. Michelfeld Klosterforst Flur zwischen Markstefl und Michelfeld |
| | | | | | | NEA LAU | Sandrasenreste Weinzierlein- Wintersdorf-Abgrabung Leichendorf Hainberg nördlich Stein Regnitzterrassen Fürth- Eltersdorf | MSP |
| | | Sandrasenrest bei Marktbergel Sande der Pegnitztalkanten zw. Ottensoos und Erlenstegen Sanddünen im Staatsforst Leinburg-Brunn-Winkelhaid | | | | | | |

Fortsetzung Tabelle 4/1

| Reg. Bez. | Lkr. | Entwicklungsschwerpunkt | Reg. Bez. | Lkr. | Entwicklungsschwerpunkt |
|-----------|------|---|-----------|----------|--|
| | MIL | Romberg bei Lohr Grohberg und Heckenkopf bei Faulbach Main-Sande zwischen Niedernberg-Großostheim und Erlenbach | | | W Lindach Unkenbach-Mündungsbereich Sandackergebiete Schweinfurter Becken |
| | WÜ | Sande bei Großheubach Sandreste bei Erlbach Talsande zwischen Wipfeld und Obereisenheim | Schw | AIC A | s. Kap. 1.8.1.7 Kutzenhausener Bahneinschnitt |
| | SW | Sandreste beim Reidholz Sandrasenreste südlich Schweinfurt | | DON | Wörnitz-Sande Terrassensande des Schwalbtals |
| | | | | GZ | s. Kap. 1.8.1.7 |

5 Technische und organisatorische Hinweise

Kapitel 5 bildet den Abschluß dieses Bandes und gibt Hinweise zur Technik, Organisation, Förderung und fachlichen Betreuung zur Pflege und Entwicklung von Sandrasen-Lebensräumen.

Das erste Kapitel (**Kap. 5.1**) beschäftigt sich mit der Technik der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen und geht insbesondere auf die Tauglichkeit von Mahdgeräten und Geräten für Entbuschungsarbeiten ein.

Das zweite Kapitel (**Kap. 5.2**, S.228) wendet sich den Fragen der Organisation und Förderung zu, einen besonderen Schwerpunkt nehmen die Organisations- und Förderungsmöglichkeiten der Hüteschafhaltung ein.

Das dritte Kapitel (**Kap. 5.3**, S.231) befaßt sich mit der fachlichen und wissenschaftlichen Betreuung von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen.

5.1 Technik der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen

(Bearbeitet von N. Meyer)

Arbeitsgeräte bei der Pflege und Entwicklung von Sandmagerrasen werden vor allem bei der Schaffung von Pionierflächen und bei der Gehölzbeseitigung, aber auch zur Mahd eingesetzt. Nachfolgend werden Hinweise gegeben, welche Geräte sich für den Pflegezweck eignen und welche nicht.

5.1.1 Geräte zur Durchführung der Mahd

Bei der Mahd von Sandrasen sind leichte Mahdgeräte wegen geringerer Bodenbelastungen grundsätzlich schweren Geräten vorzuziehen. Für die oft kleinflächige Einsatzweise der Mahd an Störstellen sind Großgeräte zudem kaum geeignet, im Bereich von Binnendünen inakzeptabel. Kleinflächige, reliefbedingte Bodenverletzungen sind erwünscht.

Als gut geeignetes und zugleich umweltfreundlichstes, wenn auch mit dem Nachteil hoher Pflegekosten behaftetes Mähgerät muß die Hand-Sense gelten. Sie ist besonders für die Pflege kleinflächiger Bereiche mit Störvegetation auch in bewegtem Gelände wie freigestellten Binnendünen geeignet.

Die Motor-Sense ist leichter erlernbar in der Handhabung und verbindet höhere Flächenleistung auch für Ungeübte mit erheblicher Motorlärm- und Emissionsbelastung für das Pflegepersonal. Vorteilhaft ist der breitere Einsatzbereich in verfilzten oder bereits leicht verbuschenden Abschnitten.

Ist ein Gebrauch der Sense oder Motorsense nicht möglich, so sollte auf leichte Einachs-Motormäher zurückgegriffen werden. Hierbei sind Balkenmähwerke wegen geringerer Schädigung der Kleinfauuna den Kreiselmäher vorzuziehen. Ungeeignet zur Sandrasenpflege sind Großgeräte, wie Traktoren oder Schlegelmäher wegen der auftretenden Bodenbelastungen, Saugmäher zusätzlich wegen der erheblichen Schädigung der Kleintierfauna. Ihr Ein-

satz ist wegen ihrer Unhandlichkeit auf den doch vorwiegend kleinen Mähflächen in der Regel auch nicht sinnvoll.

Zur Wiederherstellung der Beweidbarkeit älterer Brachen auf ehemaligen Ackerstandorten (Primärpflege) ist neben der Verwendung von Einachs-Balkenmähern auch Mahd mit einem Auslegerbalken erwägenswert, ebenso zur Pflege von straßen- und wegbegleitenden Sandböschungen.

Zum Entfernen des Mähguts eignet sich Abziehen mit Holzrechen. Saugvorrichtungen sind wegen der genannten Schäden für die Kleinfauuna abzulehnen. Auf ebenem, druckunempfindlichen Terrain ist an die Verwendung kleinerer Ballenpressen zu denken, die auch Filzdecken mitnehmen, jedoch in Mulden Nacharbeit von Hand erfordern.

5.1.2 Geräte zur Durchführung von Entbuschungen

Leichter Gehölzaufwuchs auf jungen Brachen oder in Saumbereichen kann bei Verwendung entsprechender Schneidwerke noch mit der Motor-Sense (vgl. 5.1.1) beseitigt werden.

Zur schonenden Entfernung einzelner jüngerer Gehölzaufwüchse von Problemarten mit den Wurzeln ist der in Würzburg neuentwickelte sogenannte Schlehenzieher geeignet, eine mechanische Hebelvorrichtung mit Klaue für Handbetrieb. Wegen des erheblichen Arbeitsaufwandes ist bei Anfall größerer Mengen Anketten und Herausziehen mit Schlepper oder Motorwinde, eventuell mit Bodenanker empfehlenswert, nicht zuletzt wegen der geringeren Bodenbelastung am Ort.

Entbuschungen bei Stammholz-Dicken über ca. 3 cm und Entwaldungen müssen mit der Motorsäge durchgeführt werden. Sollen die Baumstümpfe ebenerdig abgesägt werden, so empfiehlt sich die Verwendung von Widia-Ketten (WÖRLE 1992, mdl.). Diese sind gegen das Abstumpfen weniger empfindlich als die handelsüblichen Ketten für Motorsägen. Bei einem ebenerdigen Entfernen der Baumstümpfe läßt es sich vielfach gar nicht vermeiden, gelegentlich die Säge ins Erdreich laufen zu lassen, was zu rascher Abstumpfung der Ketten führt.

Für das Nachschneiden von Wurzelsprossen und Stockausschlägen werden normalerweise keine Motorsägen benötigt. Am besten eignen sich hierfür manuelle Arbeitsgeräte wie Astscheren mit langen Hebelarmen und kurzen Schneidezangen oder die sogenannten Waldteufel. Etwa 1-2 cm starkes Austriebsholz läßt sich auch mit der Motorsense oder den üblichen maschinellen Mahdgeräten niederhalten.

5.1.3 Geräte zur Anlage von Pionierflächen und zum Streurechen

Anlage von Pionierflächen

Auf bestehenden Magerrasen eignet sich zur Bodenöffnung neben Handarbeit mit Rechen und Schaufel auch Lockerung mit handgeführter Fräse. Ackerstandorte wie *Mibora*-Sandrasen vertragen auch Pflege mit der Federzinken-Egge als Mahd-Ersatz mit leichtem Traktor als Zugerät (HARTLAUB 1992, mdl.).

In Bereichen mit eutrophierter oder stark durchwachsender Oberbodenschicht muß auf empfindlichen Standorten (Dünen, Terrassenkanten) ggfs. von Hand mit der Schaufel abgeplaggt werden. Allerdings ist mit einem sehr hohen Arbeitsaufwand und hohen Kosten zu rechnen.

In Abgrabungsbereichen ist daher eher an Abschieben mit Raupen oder Radlader zu denken, die mit der Schaufel auch schwachen Gehölzaufwuchs in einem Arbeitsgang mit entfernen können. Auf Ackerstandorten stehen Scheibenegge oder flaches Pflügen, gegebenenfalls auch flaches Abschieben zur Wahl.

Im Bereich von militärischen Übungsplätzen ist sporadischer Einsatz von Kettenfahrzeugen zur Krümenöffnung möglich.

Streugewinnung

Entfernung von Streu oder Staudenfilz sollte in empfindlichen Dünenbereichen nur im Handbetrieb mit dem Eisenrechen oder durch schaufelweises Abplagen erfolgen.

Flächige Streu- und Filzschichten auf Leitungstrassen, Abbaufächen und Brachen können von Hand mit Schaufel und Eisenrechen oder durch flaches Abschieben entfernt werden. Zum Abräumen von Filzschichten als Primärpflege können nach Entbuschung auch kleinere Ballenpressen eingesetzt werden.

5.2 Organisation und Förderung

In diesem Kapitel wird auf einige Aspekte der Organisation und Förderung der Sandrasen-Pflege und -Entwicklung eingegangen. Es beginnt mit einem Verweis auf die für die Pflege und Entwicklung von Sandrasen-Lebensräumen einsetzbaren staatlichen Programme (Kap. 5.2.1). Anschließend wird auf Organisations- und Förderungsmöglichkeiten zur Schafhaltung eingegangen.

5.2.1 Hinweise zu staatlichen Förderprogrammen für die Sandrasen-Pflege

Die Bayerische Staatsregierung stellt zur Aufrechterhaltung von naturschonenden Bewirtschaftungsweisen und zur Biotoppflege umfangreiche finanzielle Mittel bereit, die auch zur Sandrasen-Pflege und -Entwicklung eingesetzt werden sollen. Inhalte

und Modalitäten der Förderpraxis werden im LPK als Grundlagenwerk nicht dargestellt, sondern sind jeweils aus den Förderrichtlinien und Durchführungsvorschriften der zu aktualisierenden Förderprogramme zu entnehmen.

5.2.2 Schafhaltung

(Bearbeitet von M. Kornprobst)

Empfehlungen zur Förderung der Hüteschafhaltung als Hauptträger der Pflege von Magerrasen

Nachfolgend werden verschiedene - teils organisatorische, teils finanzielle - Maßnahmen, die ganz generell den Fortbestand der Magerrasen-Pflege durch Hüteschäferie dauerhaft sichern können, stichwortartig aufgeführt.

Ganzjährige Sicherung von Flächen zur Beweidung!

Voraussetzung dafür ist die flächenscharfe Erfassung aller beweidbaren Gebiete* sowie deren Ist-Zustand und Besitzverhältnisse.

- Flächenausweitung bzw. Flächenumwidmung vor allem im trockenen bis frischen Bereich, z.B. bisherige Äcker, bisherige Brachflächen einschließlich Sukzessionsflächen;
- Öffnung verbuschter Hutungen für den Schafbetrieb;
- Erhaltung der Weidegründe auf Standort- und Truppenübungsplätzen, Flugplätzen, Sendeanlagen etc. als Grundlagen ortsgebundener Hüteschafhalter und wichtige Bestandteile des Biotopnetzes von Magerrasen;
- bei Beweidung von Magerrasen ergänzende Bereitstellung von Weideflächen mit qualitativ hochwertigem Aufwuchs, da die ausschließliche Beweidung von Magerrasen vom ökonomischen Standpunkt aus für den Schafhalter nicht rentabel ist (schlechte Mastlammqualitäten);
- zur Erhöhung der Befruchtungsziffer: Ermöglichung des Zugangs zu nährstoffreichen Flächen während der Bockzeit (KORN 1988: 7);
- Verhandlungen mit Gemeinden wegen Pacht-nachlässen, Pachterlässen für Weiden;
- Förderung der Herbstweide-Flächen, z.B. durch Bitte an Landwirte, abgeerntete Äcker nicht sofort nach der Ernte umzubrechen und die Beweidung von Stoppeläckern bis Ende November zu genehmigen; dieser Termin kommt sowohl schäferieilichen (Herbstweide) als auch landwirtschaftlichen (Boden kann noch rechtzeitig bearbeitet werden) Interessen entgegen (SENDKE 1992 mdl.);
- Bereitstellung von Flächen zur Winterfüttergewinnung, da die Verfügbarkeit dieser Flächen Voraussetzung für die stationäre Hüteschafhaltung ist;
- bei Beschränkung der Beweidung zu bestimmten Zeiten Zusatzweiden in angemessener Entfernung zur Verfügung stellen (z.B. durch Zupacht);

* Magerrasen, extensive Wiesen /Weiden, Magerrasen-Potentiale etc.

- auf potentiellen Schafweiden: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln möglichst einstellen (Gesundheitszustand der Schafe, Nachweide wenig ergiebig);
- Regelung stillgelegter Flächen: diese wären gebietsweise sehr wichtig für den Erhalt der Schäferbetriebe. Da die Schafhaltung als landwirtschaftliche Nutzung gilt, ist die Einbeziehung stillgelegter Flächen in Beweidungskonzepte derzeit nicht möglich.

Hinweis: Bei der 5-jährigen Flächenstillegung gibt es die Variante "Umwandlung der stillgelegten Fläche in extensiv zu nutzendes Grünland (sog. Naturschutz-Variante), bei der eine extensive Beweidung möglich ist (Punkt 4.5 der Bundesgrundsätze zum 5-jährigen Flächenstillegungsprogramm, Bundesdrucksache 12/1045).

Schaffung eines Triebwegesystems für jedes Schäferrevier!

- Vernetzung auseinanderliegender Hutungen schon im Vorfeld der Planung berücksichtigen. Fehlender Verbund von Flächen erschwert den Schaftrieb und trägt zur Verschärfung der Konfliktsituation zwischen Landwirt und Schäfer bei;
- Erhaltung bzw. Wiederherstellung alter Triebwege (z.B. durch Entbuschung);
- Wiederherstellung der Verbindungen auf den traditionellen Wanderstraßen der Flußtäler und -niederungen und auf Hochwasserdeichen;
- Erhaltung von Triebwegen bei Aufforstungen;
- Ausweisung von ausreichend breiten Triebwegen im Rahmen der ländlichen Entwicklung, Verhinderung der weiteren Zerstückelung von Triebwegesystemen im Rahmen von Verfahren der ländlichen Entwicklung;
- Neuschaffung von Triebwegen: Flächenstreifen zupachten, -kaufen. Die Nutzung (z.B. Befahren) sollte weiterhin erlaubt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß die Wege zuwachsen;
- Anlage von Unterführungen unter Hauptverkehrsstraßen, die ansonsten wegen des schnellfließenden Verkehrs nicht überquert werden können bzw. geplante Fußgängerunterführungen / Brücken so auslegen, daß sie auch für Schafherden geeignet sind;
- Schaffung von "Stauräumen", die auch großen Herden ausreichend Platz zum Warten an zu überquerenden Straßen bieten.

Daneben können folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Bereitstellung von Pferchäckern in vertretbarer Entfernung zu den Hutungen. Möglich wäre eine Entschädigung von Landwirten, welche die Nachtpferchung auf ihren Flächen zulassen. Als Entschädigungsbetrag könnte der ortsübliche Pachtpreis festgesetzt werden. Bei der Wahl des Pferchplatzes ist zu berücksichtigen, daß feuchte Wiesen (Moderhinke!) und nasse Tallagen (Leberegel!) ungeeignet sind.
- Schaffung von Schaftränken im Zuge von Verfahren der ländlichen Entwicklung (z.B. durch Abflachen der Böschung an Bächen, Aufstellen

- von Trögen) oder Ermöglichung des Baus von Tränken durch Zuschüsse an den Schäfer. Pro Tag und Tier sind 1,5 - 3 l Wasser vorzusehen.
- Bereitstellung von Schafweide-Unterständen, v.a. in abgelegenen Gebieten, wo der Pferch keine ausreichende Sicherheit gewährleistet. Der Bau sollte nach STAPF (1989, mdl.) auf öffentlichem Grund durchgeführt werden und an bestimmte Hutungen (nicht an einzelne Schäfer) gebunden sein (keine einzelbetriebliche Förderung).
- Schafe benötigen an heißen Tagen Möglichkeiten zum Aufsuchen von Schattenplätzen. Diese könnten durch **Erhaltung bzw. Nachpflanzung von Hutbäumen** bzw. Absprachen mit Förstern, daß Schafe am Waldrand Unterstand finden, geschaffen werden.

Die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege laufen manchmal den Erfordernissen einer rentabel wirtschaftenden Schafhaltung entgegen. Falls Beweidungspläne naturschutzbedingte Auflagen notwendig machen, können für den Schafhalter finanzielle Nachteile auftreten. PAHL (1988) und GEISSLER (1988) haben hierzu detaillierte Berechnungen aufgestellt. Aus Tab. 5/1, S. 230 sind einige Beispiele ersichtlich.

Die angegebenen Entschädigungsleistungen können nach PAHL (1988: 60) nur als grobe Anhaltspunkte betrachtet werden, da die Auswirkungen der Auflagen/Beschränkungen je nach den Gegebenheiten des jeweiligen Standortes und Schäferbetriebes unterschiedlich sind.

Für jede zu pflegende Fläche sollte ein - auch ökonomisch vertretbares - Beweidungskonzept erstellt und ein längerfristiger Bewirtschaftungs- und Pflegevertrag abgeschlossen werden. Bei der Planung sollten neben Naturschutz- und Landschaftspflegebelangen die Interessen der Schafzucht, der Betriebswirtschaft und der Agrar- und Forstwirtschaft miterücksichtigt und Versuche zum Abbau der Informationsdefizite und Mißverständnisse zwischen Wissenschaft, Naturschutzverwaltung, Grundeigentümern, Politikern und Schafhaltern angestrengt werden.

Bei mehrjährigen Planungen muß bedacht und im Vertrag festgelegt werden, daß unterschiedliche Jahreswärme und Niederschlagsmenge den Weideplan beeinflussen. So kann in trockenen Jahren die Weide auf Magerrasen so knapp sein, daß der Schäfer nach kurzer Zeit wieder abziehen muß, während in nassen und warmen Jahren im Spätsommer und Herbst, wenn der Schäfer die Flächen bereits verlassen hat, noch soviel Gras aufwächst, daß die Weidequalität im nächsten Jahr beeinträchtigt wird.

Es sollten daher regelmäßig Absprachen mit dem Schäfer stattfinden, in denen die Beweidung aufwuchsabhängig festgesetzt wird. Der Schäfer sollte vermehrt "in die Verantwortung genommen" werden, d.h. das Pflegeziel wird mit ihm besprochen, die weitere Handhabung der Pflege wird ihm überlassen. Wann, wie lange, mit wie vielen Schafen eine Fläche bestoßen wird, sollte in erster Linie ihm obliegen. Beweidungseinschränkungen wie z.B. das Aussparen bestimmter, empfindlicher Bereiche zu

bestimmten Zeiten u.a. sollten sämtlich mit dem Schäfer besprochen und auf ihre Praktikabilität hin mit ihm diskutiert werden.

Zur Verringerung der Spannungen, die zwischen Landwirten und Hüteschafhaltern auftreten, sollten alte Erfahrungen vom Nutzen der Schafbeweidung für die Landwirtschaft weitergegeben werden. Einige Beispiele werden nachfolgend genannt:

- Wiesenvornutzungsversuche* mit Schafen haben ergeben, daß auf zur Zeit der Winterruhe beweideten Wiesen der Nährstofftrag im Heu größer ist als auf Wiesen gleicher Qualität ohne vorherige Schafbeweidung (WILKE 1979 nach BOGUSLAWSKI 1954). Die Schafe fressen in dieser Zeit nur abgestandene Gräser und verhindern die Bildung einer Fäulnisschicht im Frühjahr. Nach HORNBERGER (1959: 79) werden durch das Festtreten des Bodens tierische Schädlinge (Engerlinge, Feldmäuse), die einen lockeren Boden bevorzugen, ebenso gehemmt wie die Ausbreitung trittempfindlicher Unkräuter.
- Durch den Verbiß zu dicht stehender Pflanzenbestände können Schäden wie z.B. die Schneefäule der Wintergerste vermieden werden (STAPF 1989, mdl.)

- Früher wurde nach HORNBERGER (1959: 76) die Beweidung von Klee- und Luzerneäckern und Wintersaaten erlaubt. Durch das Festtreten der aufgerissenen Bodenkrume durch die Schafe wird ein Ausfrieren des Getreides verhindert. Es wird auch durch den Verbiß das Erfrieren eines zu üppig stehenden Luzernefeldes und ein einstengeliges Emporschießen der Pflanzen verhindert sowie ein vielstengeliges Breitenwachstum gefördert.

Das Bewußtsein der Öffentlichkeit für die Bedeutung der extensiven Schafweide als Möglichkeit zur Erhaltung der Kulturlandschaft sollte durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit geschärft werden.

Gezielte Versuche zur Beweidung von Sandmagerrasen, insbesondere bezüglich der Auswirkungen der Beweidung auf Vegetation und Tierwelt, wären dringend erforderlich, um exakte Aussagen zu ermöglichen. Es sollten wissenschaftlich angelegte Versuche mit Koppelschafhaltung (Dauerflächenmanagement mit Kontrolle) durchgeführt werden, um herauszufinden, unter welchen exakten Bedingungen diese Haltungsart für die Pflege und Entwicklung von Sandmagerrasen geeignet ist.

Tabelle 5/1

Mögliche betriebswirtschaftliche Auswirkungen naturschutzbedingter Auflagen bei der Schafbeweidung (nach PAHL 1988: 61).

| Auflagen bzw. Beschränkungen | Entschädigungsbeträge* |
|--|-------------------------------|
| Extensivierungsgebot bei | |
| Mähweideflächen (Zupacht) | 120-265 DM/ha** |
| Mähweideflächen (Ackerfutterbau, Grund- bzw. Kraftfutterzukauf) | 70-705 DM/ha |
| Sommerweideflächen (Beifütterung) | 50-185 DM/ha |
| Begrenzte Auftriebszeiten | |
| Auftrieb Ende Mai | 30-115 DM/ha |
| Auftrieb Ende Juni | 50-190 DM/ha |
| Verringerung der Besatzdichte*** | |
| Zupacht möglich | 70-135 DM/ha |
| Stallhaltung | 150-275 DM/ha |
| Benutzungsverbot von Triebwegen | |
| Transport auf Achse | 1000-2000 DM/Herde |
| Pferchverbot | 500-5000 DM/Weideperiode |
| Beifütterungsverbot | 10-20 DM/Mutterschaf |
| Umstellung auf eine "extensivere" Schafhaltung | (20)70-90 DM/Mutterschaf |
| * Anhaltspunkte, die je nach einzelbetrieblicher Situation noch sehr viel stärker schwanken können | |
| ** Hektarbeträge jeweils auf die von der Auflage betroffenen Weideflächen bezogen | |

* Das KuLaP steht dem allerdings entgegen !

5.3 Fachliche und wissenschaftliche Betreuung

(Bearbeitet von B. Quinger)

Schafbeweidung von Sandrasen

Wegen der Kenntnislücken zur sachgerechten Pflege der Sandrasen mittels Schafbeweidung sind kontrollierte Versuche hierzu dringend erforderlich.

Überall in Bayern, wo eine Schafbeweidung auf Sandrasen wieder aufgenommen wird, sollten unbedingt Dauerflächen eingerichtet werden, um zu überprüfen, ob die Pflege- und Entwicklungsziele tatsächlich erreicht werden.

Um die Auswirkungen von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen zu ermitteln und zu dokumentieren, sind wissenschaftlich durchgeführte Erfolgskontrollen unverzichtbar. Insbesondere für Sandrasen-Lebensräume, die sich nach den im Kapitel 1.10 aufgestellten Kriterien als "besonders hochwertig" einstufen lassen, ist ein Zusatzaufwand an wissen-

schaftlicher und fachlicher Betreuung zu den Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen unerlässlich.

Besonders hochwertige Sandrasen-Lebensräume sollen zunächst vorrangig bei der Erstellung von Pflege- und Entwicklungsplänen berücksichtigt werden. Zu ausgewählten Pflanzen- und Tierarten sollten Populationskontrollen erfolgen.

Die Entwicklung der Vegetationsbeschaffenheit sollte über Dauerflächen verfolgt werden, die mit Vermessungsnägeln sicher zu markieren sind. Zudem müssen zu diesen Dauerflächen Lagepläne angefertigt werden, die ihr Wiederauffinden gewährleisten. In Sandrasen-Beständen sollten die Dauerflächen mindestens 20m² groß angelegt werden, um das Minimum-Areal einzuhalten, das für Rasengesellschaften etwa bei dieser Größe angenommen wird (vgl. ELLENBERG 1956: 18). Weitere Hinweise zur Methodik der pflanzensoziologischen Aufnahmen s. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen", Kap. 5.3.

6 Anhang

6.1 Literaturverzeichnis

- ADE, A. (1942):
Die Pflanzenwelt des Kahlgebietes und der Umgebung von Heigenbrücken. In: Beitr. zur Flora und Fauna Aschaffenburgs und seiner Umgebung, S. 1-57; Aschaffenburg.
- AL-MUFTI, M.M., SYDES, C.L., FURNESS, S.B., GRIME, J.P. & BRAND S.R. (1977):
A quantitative Analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation.- Journ. Ecol. 65: 759-791.
- BAKKER, J.P., DE BRIE, S., DALLINGA, J., TJA-DEN P. & DE VRIES, Y. (1983):
Sheep-grazing as a management for heathland conservation and regeneration in the Netherlands.- Journ. Appl. Ecol. 20: 541-560.
- BAKKER, J.P. & DE VRIES, Y. (1985):
Über die Wiederherstellung artenreicher Wiesengesellschaften unter verschiedenen Mahdsystemen in den Niederlanden.- Natur u. Landschaft 60 (7/8): 292-296, Kohlhammer: Stuttgart.
- BAKKER, J.P., DEKKER, M. & DE VRIES, Y. (1980):
The effect of different Management practices on a grassland community and the resulting fate of seedlings.- Acta Bot. Neerl. 29 (5/6): 469-482.
- BARTHEL, O. (1957):
Nürnberg, heimatgeschichtliches Lesebuch. - 319 S.; Fränkische Verlagsanstalt; Nürnberg.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (1992):
Rote Liste bedrohter Tiere in Bayern.- Schriftenreihe Heft 111, München.
- BELL, P. (1962):
Die Vogelwelt des Börstig. - Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 38: 90-91; Bamberg.
- BELLMANN, H. (1984):
Spinnen - beobachten, bestimmen.- Neumann-Neudamm: Melsungen, Berlin, Basel, Wien.
- (1985):
Heuschrecken, beobachten - bestimmen.- 216 S., Neumann-Neudamm: Melsungen, Berlin, Basel, Wien.
- BERG, J.P. van (1979):
Chances in the composition of mixed populations of grassland species. In: WERGER, M.J.A. (Hrsg.): The study of vegetation; S. 57-80; Den Haag.
- BERGER-LANDEFELDT, U. & SUKOPP, H. (1965):
Zur Synökologie der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasflur. - Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg (Berlin) 102: 41-98; Berlin.
- BLAB, J. (1986):
Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. - Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 18 (3.Aufl.): 150 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- (1986):
Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere.- 2. Aufl., Schriftenr. Landschaftspflege und Naturschutz 24 (2. Aufl.): 257 S., Kilda-Verlag: Greven.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (Hrsg.) (1984):
Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, 4. Auflage - (= Naturschutz aktuell 1) 270 S., Kilda: Greven.
- BÖHNERT, W. & HAMEL, G. (1988):
Zur gegenwärtigen Situation des Kleinen Knabenkrauts (*Orchis morio* L.) in der DDR - Populationssituation, Schutz und Betreuung.- Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. 28(2): 101-119, Berlin.
- BÖHNERT, W. & HEMPEL, W. (1987):
Nutzungs- und Pflegehinweise für die geschützte Vegetation des Graslandes und der Zwergstrauchheiden Sachsens.- Naturschutzarbeit in Sachsen 29: 3-14, Dresden.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964):
Pflanzensoziologie.- 3. Aufl., Wien und New York.
- BROSINGER, F. (1991):
Mögliche Grundkonflikte bei Pflegemaßnahmen (Entbuschung, Entwaldung, Rodung) aus forstlicher Sicht.- Redemanuskript Informationstagung hauptamtlicher Naturschutzkräfte an den Landratsämtern. Laubau, 16 S., unpubl. Redemanusk. an der Oberforstdirektion München.
- BURGHARDT, G. & RIEGER, CHR. (1978):
Die Wanzenfauna der Sandhausener Flugsanddünen unter besonderer Berücksichtigung des NSG "Pferdstriebsdüne" - (Insecta, Heteroptera). - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Würt. 47/48: 393-413; Karlsruhe.
- DÄNZER-VANOTTI, I. (1992):
Prima Klima; riesige Wälder in Rußland sollen die Erde vor dem Treibhauseffekt bewahren. - Die ZEIT, Nr. 44; S. 44; Hamburg.
- DIERSCHKE, H. (1974):
Saumgesellschaften im Klimagefälle an Waldrändern. - Scripta Geobotanica, 6: 246 S.; Göttingen.
- DIETZ, J. (1962):
Bemerkenswerte Hautflügler und die Geradflügler des Börstig. - Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 38: 77-78; Bamberg.
- DRANGMEISTER, D. (1982):
Artenschutz für unscheinbare Tiere am Beispiel der in der Bundesrepublik Deutschland heimischen Wanzen (exclusive Miridae).- 213 S. Unveröff. Diplomarbeit am Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Univ. Hannover.

- DURING, H. J. (1990 a):
Clonal growth patterns among bryophytes.- In: GROENENDAEL, J. van & DE KROON, H. (Hrsg.): Clonal Growth in Plants - Regulation and Function.- SPB Academic Publishing, 153-176, The Hague (NL).
- (1990 b):
The bryophytes of calcareous grasslands.- In: HILLER, S. H., WALTON, D. W. H. & WELLS, D.A. (Hrsg.): Calcareous Grassland - Ecology and Management. Proceedings of a joint British Ecological Society/Nature Conservancy Council symposium, 14.-16. September 1987 at the University of Sheffield, S. 35-40, Bluntisham Books: Bluntisham, Huntingdon (GB).
- EBERT, G. & RENNWALD, E. (1991 a):
Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Teil I.- 552 S., Artenschutzprogramm Baden-Württemberg, herausgegeben in Zusammenarbeit mit d. Landesanst. für Umweltschutz Baden-Württemberg / Inst. für Ökologie und Naturschutz, Ulmer: Stuttgart.
- (1991 b):
Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Teil II.- 535 S., Artenschutzprogramm Baden-Württemberg, herausgegeben in Zusammenarbeit mit d. Landesanst. für Umweltschutz Baden-Württemberg / Inst. für Ökologie und Naturschutz, Ulmer: Stuttgart.
- ECKERLEIN, H. (1962):
Das Wanzenvorkommen im Gebiet des Börstigs bei Bamberg. - Pflanzen- und tiergeographische Grundlagen für die Landeskunde Frankens: Das "Börstig" bei Hallstadt, ein schutzwürdiges Sandheidegebiet.- Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 38: 79-89; Bamberg.
- EGLOFF, T.B. (1985):
Regeneration von Streuwiesen (MOLINION), erste Ergebnisse eines Experiments im Schweizer Mittelland.- Vh. Ges. Ökol. 8: 127-137, Bremen.
- (1986):
Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen.- Veröff. Geobot. Inst. Rübel ETH Zürich 89: 1-183, Zürich.
- EIMERN, J.van & HÄCKEL, H. (1979):
Wetter- und Klimakunde.- 3. Aufl., 269 S., Stuttgart.
- ELBERSE, W.T., BERGH, J.P. van den & DIRVEN, J.G. (1983):
Effects of use and mineral supply on the botanical composition and yield of old grassland on heavy-clay soil.- Neth. J. agric. Sci. 31: 63-68.
- ELLENBERG, H. (1956):
Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. - Einführung in die Phytologie IV/1, Stuttgart.
- (1963):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.- 1. Aufl., 943 S., Ulmer: Stuttgart.
- (1978):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - 2.Aufl., 981 S.; Stuttgart.
- (1986):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht.- 4. verb. Aufl., 989 S., Ulmer: Stuttgart.
- FISCHER, A. & PFADENHAUER, J. (1991):
Rote Liste von Pflanzengesellschaften; Möglichkeiten, Probleme und Alternativen. - Naturschutz und Landschaftsplanung 23 (6): 229 - 232; Stuttgart.
- FISCHER, H. (1961):
Die Tierwelt Schwabens, 1.Teil Die Wanzen.- 13. Ber. Naturf. Ges. Augsburg 72: 1-32.
- (1970):
Die Tierwelt Schwabens; 19. Teil: Die Schildwanzen.- 25. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 136/137: 1-50.
- FISCHER, R. (1982):
Flora des Rieses. - 551 S.; Nördlingen.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1987):
Moosflora.- 2., überarb. Auflage, 525 S., Ulmer: Stuttgart.
- GARTHE, E. (1962):
Das Falterleben auf dem Börstig. - Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 38: 76-77; Bamberg.
- GAUCKLER, K. (1938):
Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Bedeutung.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 23: 6-134, Selbstverlag: München.
- (1962):
Flora und Vegetation des Börstig bei Hallstadt/Bamberg. - Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg 38: 70-75; Bamberg.
- GEIGER, A. (1984):
Artenhilfsprogramm Kreuzotter. - Naturschutz praktisch, Merkblätter Biotop- u. Artenschutz LÖLF Nordrhein-Westfalen 59: 4 S.; Recklinghausen.
- GEISSLER, B. (1988):
Landschaftspflege mit Schafen und erforderliche Entschädigungsleistung.- Naturschutz und Landschaftspflege mit Schafen, DLG-Fachtagung, Oktober 1987, DLG (Hrsg.), S. 101-103, Frankfurt.
- GIGON, A. (1968):
Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel.- Ber. Geobot. Inst. ETH Zürich Stift. Rübel 38: 29-85, Zürich.
- GLANDT, D. (1983):
Artenhilfsprogramm Knoblauchkröte. - Naturschutz praktisch, Merkblätter Biotop- u. Artenschutz LÖLF Nordrhein-Westfalen 30: 4 S.; Recklinghausen.
- (1987):
Artenhilfsprogramm Zauneidechse. - Naturschutz praktisch, Merkblätter Biotop- u. Artenschutz

- LÖLF Nordrhein-Westfalen 74: 4 S.; Recklinghausen.
- GLAVAC, V. (1983):
Über die Wiedereinführung der extensiven Ziegenhaltung zwecks Erhaltung und Pflege der Kalkmagerrasen. - Naturschutz in Nordhessen 6: 25-47; Kassel.
- GULDE, J. (1921):
Die Wanzen der Umgebung von Frankfurt und des Mainzer Beckens.- Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. 37: 239-503.
- GÜNTHER, H., RIEGER, C. & BURGHARDT, G. (1982):
Die Wanzenfauna des Naturschutzgebietes "Mainzer Sand" und benachbarter Sandgebiete (Insecta: Heteroptera).- Mainzer Naturw. Archiv 20: 1-36.
- HAASE, R., SÖHMISCH, R. (1990):
Kulturlandschaft und ländliche Neuordnung - Neuanlage von Trockenlebensräumen im Tertiären Hügelland.- i.A. Flurbereinigungsdirektion München/ Bereich zentrale Aufgaben.
- HAKES, W. (1987):
Einfluß von Wiederbewaldungsvorgängen in Kalkmagerrasen auf die floristische Artenvielfalt und Möglichkeiten der Steuerung durch Pflegemaßnahmen.- Dissertationes Botanicae 109, 151 S., Cramer (Hrsg.), Gebr. Bornträger Verlagsbuchhandlung, Berlin u. Stuttgart.
- HANDKE, K. & SCHREIBER K.-F. (1985):
Faunistisch - ökologische Untersuchungen auf unterschiedlich gepflegten Parzellen einer Brachfläche im Taubergebiet.- In SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.): Sukzession auf Grünlandbrachen - Münsterische Geographische Arbeiten 20: 155-186.
- HARD, G. (1976):
Vegetationsentwicklung auf Brachflächen.- KTBL-Schrift 195: 1-195, Landwirtschaftsverlag: Münster-Hiltrup.
- HÄUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1988):
Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland.- 768 S., Ulmer: Stuttgart.
- HAUSHOFER, H. (1963):
Die deutsche Landwirtschaft im technischen Zeitalter.- 290 S., Stuttgart.
- HEGI, G. (1925):
Pirolaceae - Verbenaceae. In: HEGI, G. (Hrsg.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. V, Teil 3. - 2. Aufl., S. 1567 - 2243; Berlin - Hamburg.
- HERTZEL, G. (1983):
Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Heteroptera - Plataspidae und Cydnidae (Insecta).- Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden 10 (2): 111-123.
- HESS, R. & RITSCHHEL-KANDEL, G. (1989):
Entwicklungskonzept für das Biotopsystem Flugsanddünen Alzenau. - Unveröffentlichtes Manuskript an der Reg. v. Unterfranken u. am Naturwiss. Ver. Würzburg.
- HEUSINGER, G. (1988):
Heuschreckenschutz im Rahmen des Bayerischen Arten- und Biotopschutzprogrammes. Erläuterungen am Beispiel des Landkreises Weißenburg-Gunzenhausen. - Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 83: 7-31; München.
- HEYDEMANN, B. (1988):
Grundlagen eines Verbund- und Vernetzungskonzeptes für den Arten- und Biotopschutz.- Laufener Seminarbeiträge 10/86: 9-18, Selbstverlag: Laufen /Salzach.
- HOHENESTER, A. (1960):
Grasheiden und Föhrenwälder auf Diluvialsanden im nördlichen Bayern.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 33: 30-83, Selbstverl.: München.
- (1967 a):
Silbergrasfluren in Bayern. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 11/12: 11-21; Todenmann ü. Rinteln.
- (1967 b):
FESTUCO-SEDETALIA in Franken. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 11/12: 206-209; Todenmann ü. Rinteln.
- HÖLZINGER, J. (1987):
Die Vögel Baden-Württembergs - Gefährdung und Schutz, Artenhilfsprogramme.- Avifauna Bad.-Württ., Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), 1,2 (Bd. 1, Teil 2): 725-1420, Ulmer: Stuttgart.
- HORNBERGER, T. (1959):
Die kulturgeographische Bedeutung der Wanderschäferei in Süddeutschland, Süddeutsche Transhumanz.- 173 S., Remagen.
- HÜBNER, T. (1986):
Artenhilfsprogramm Kreuzkröte. - Naturschutz praktisch, Merkblätter Biotop- u. Artenschutz LÖLF Nordrhein-Westfalen, 71: 4 S.; Recklinghausen.
- JACOBEIT, W. (1987):
Schafhaltung und Schäfer in Zentraleuropa bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts.- 2. bearb. Aufl., 461 S., Akademie-Verlag: Berlin.
- JECKEL, G. (1984):
Syntaxonomische Gliederung, Verbreitung und Lebensbedingungen nordwestdeutscher Sandtrockerrasen (SEDO-SCLERANTHETEA). - Phytocoenologia, 12 (1): 9-153; Stuttgart-Braunschweig.
- JEDICKE, E. (1990):
Biotop-Verbund, Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. - 254 S., Ulmer: Stuttgart.
- JESCHKE, L. & REICHHOFF, L. (1991):
Heiden und Hutungen. In: WEGENER, U. (Hrsg.): Schutz und Pflege von Lebensräumen.- 313 S., Jena und Stuttgart.
- JORDAN, K. H. C. (1933):
Beiträge zur Biologie heimischer Wanzen (Heteropt.) (*Spathocera dalmani* Scill., *Nysius punctipennis* H.S., *Ischnorhynchus resedae* Panz. und *Ga-*

- leatus maculatus* H.S.).- Stettiner Entomol. Zeitung 94: 212-235.
- KAPFER, A. (1988):
Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlands - Aushagerung und Vegetationsentwicklung. Diss. Bot. 120: 144 S., Berlin und Stuttgart.
- KAULE, G., SCHALLER, J. & SCHOBER, H.M. (1979):
Auswertung der Kartierung schutzwürdiger Biotope in Bayern.- 154 S., München.
- KIENZLE, U. (1979):
Sukzessionen in brachliegenden Magerwiesen des Jura und des Napfgebietes.- Diss. Univ. Basel, 104 S., Sarnen.
- KITTEL, G. (1869):
Versuch einer Zusammenstellung der Wanzen, welche in Bayern vorkommen.- Ber. Naturk. Ver. Augsburg: 63-80:
- KLAPP, E. (1965):
Grünlandvegetation und Standort. 384 S., Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- (1971):
Wiesen und Weiden.- 4.Aufl., 620 S., Berlin u. Hamburg.
- KNAUER, N. (1986):
Zum Verständnis von Integriertem Pflanzenbau aus der Sicht der Landschaftsökologie. - Laufener Seminarbeiträge, 4/86: 22-30; Laufen.
- KOHLER, A. (1964):
Das Auftreten und die Bekämpfung der Robinie in Naturschutzgebieten.- Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 32: 43-46, Ludwigsburg.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1988):
Nutzpflanzen in Deutschland, Kulturgeschichte und Biologie. - 2. Aufl., 490 S.; Stuttgart.
- KORN, S. (1988):
Eignung von Schafen in der großflächigen Landschaftspflege.- Landschafts- und Biotop-Pflege mit Schafen. VDL-Fachtagung, 24-38, Bonn.
- KORNECK, D. (1978):
SEDO-SCLERANTHETEA.- In: OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II.- 2.Aufl., 13-85, Stuttgart u. New York.
- KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988):
Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz.- Schriftenr. f. Vegetationskunde 19: 210 S, Bonn-Bad Godesberg.
- KRATOCHWIL, A. & SCHWABE, A. (1984):
Trockenstandorte und ihre Lebensgemeinschaften in Mitteleuropa.- In: Ökosysteme III: Ökologie und ihre biologischen Grundlagen: S. 1-84, Hrsg.: Inst. Chem. Pflanzenphysiologie der Univ. Tübingen, Tübingen.
- KRAUSCH, H.D. (1961):
Die kontinentalen Steppenrasen (FESTUCETALIA VALLESIIACAE) in Brandenburg.- Feddes Repertorium, Beih. 139: 167-227, Berlin.
- (1968):
Die Sandtrockenrasen (SEDO-SCLERANTHETEA) in Brandenburg. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 13: 71-100; Todenmann ü. Rinteln.
- KRAUSE, W. (1940):
Untersuchungen über die Ausbreitungsfähigkeit der Niedrigen Segge (*Carex humilis* Leyss.) in Mitteldeutschland.- Planta 31 (1): 91-168, Berlin.
- KROGERUS, R. (1932):
Über die Ökologie und Verbreitung der Arthropoden der Triebsandgebiete an den Küsten Finnlands. - Acta Zool. Fenn. 12: 1-308; Helsinki.
- KURZ, J. (1988):
Fossile Dünen zwischen Main und Steigerwald. Untersuchungen zur Verbreitung und Genese. - Dipl.-Arbeit, 173 S., Geographisches Inst. Univ. Würzburg; unveröffentlicht.
- LANG, M. (1962):
Die Geologie des Börstig bei Bamberg. - Ber. naturforsch. Ges. Bamberg 38: 66-69; Bamberg.
- LONDO, G. (1975):
Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. In: SCHMIDT, W. (Hrsg.): Sukzessionsforschung.- Ber. internat. Sympos. Rinteln 1973: 89-105, Rinteln.
- LÖTSCHERT, W. & A. GEORG (1980):
Zur Ökologie des JURINEO-KOELERIETUM des Mainzer Sandes. - Phytocoenologia 7: 252-270; Stuttgart-Braunschweig.
- LUTZ, J. (1950):
Über den Gesellschaftsanschluß oberpfälzischer Kieferstandorte. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 28: 64-124; Nürnberg.
- (1990):
Eignung verschiedener Nutztierassen zur Landschaftspflege auf gefährdeten Grünlandstandorten. Mitteilungen aus dem Ergänzungsstudium ökologische Umweltsicherung H. 16, Gesamthochschule Kassel (Hrsg.), 143 S., Kassel.
- MADER, H.-J. (1979):
Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose.- Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 19: 126 S., Bonn-Bad Godesberg.
- (1980):
Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht.- Natur und Landschaft 55 (3): 91-96, Bonn - Bad Godesberg.
- MAEHRLEIN, A. (1993):
Einzelwirtschaftliche Auswirkungen von Naturschutzaufgaben.- Wiss. Verlag Vauk: Kiel.

- MEIEROTT, L. (1986):
Neues und Bemerkenswertes zur Flora Unterfrankens. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 81-94; München.
- MEIEROTT, L. & V. WIRTH (1982):
Neuere Funde zur Flora Unterfrankens. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 53: 113-123; München.
- MERGENTHALER, O. (1958):
Anemone patens L. bei Neustadt an der Donau. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 32: 148-149, München.
- MERKEL, E. (1980):
Sandtrockenstandorte und ihre Bedeutung für zwei "Ödland"-Schrecken der Roten Liste (*Oedipoda coerulescens* und *Sphingonotus coerulans*). - Beiträge zum Artenschutz, Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege H.12, S. 63-69.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (1953-1962):
Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. 1339 S., Bad Godesberg.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1983):
Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich 61, 226 S., Zürich.
- MÜLLER-WILLE, W. (1960):
Natur und Kultur in der oberen Emsandebene.- Decheniana, 113: 323-344; Bonn.
- NAUMANN, K. & BASSLER, R. (1988):
Methoden zur Futtermitteluntersuchung, Methodenbuch III.- Loseblattsammlung, Verlag Neumann-Neudamm.
- NEZADAL, W. (1975):
Ackerunkrautgesellschaften Nordostbayerns. - Hoppea 34: 17-149; Regensburg.
- (1989):
Artenschutzprobleme bei kurzlebigen Pflanzengesellschaften.- Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 92: 51-60; München.
- NITSCHKE, G. & PLACHTER, H. (1987):
Atlas der Brutvögel Bayerns 1979-1983.- Ornith. Ges. Bayern u. Bayer. Landesamt Umweltschutz (Hrsg.): 269 S., München.
- OBERDORFER, E. (1990):
Pflanzensoziologische Exkursionsflora.- 6. Auflage, 1.050 S.; Stuttgart.
- OBERDORFER, E. & KORNECK, D. (1978):
FESTUCO-BROMETEA.- In: OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II.- S. 86-180, Stuttgart und New York.
- OBERGFÖLL, F.J. (1984):
Trittbelastung auf Halbtrockenrasen im Ballungsraum Stuttgart und Möglichkeiten der Renaturierung. - Diss. Botanicae 76: 169 S.; Vaduz.
- OOMES, M.J.M. (1977):
Cutting regime experiments on extensively used grasslands.- Acta Bot. Neerl. 26 (3): 265-272.
- OOMES, M.J.M. & MODI, H. (1981):
The effect of cutting and fertilizing on the floristic composition and production of an Arrhenatherion elatioris grassland after stopping fertilization. Vegetatio 47: 233-239, Den Haag.
- (1985):
The effect of management on succession and production of formerly agricultural grassland after stopping fertilization. In: SCHREIBER, K.-F.: Sukzession auf Grünlandbrachen.- Münstersche Geographische Arbeiten 20: 59-67, Münster.
- PAHL, H. (1988):
Betriebswirtschaftliche Auswirkungen von natur-schutzbedingten Auflagen bei der Schafbeweidung.- Landschafts- und Biotoppflege mit Schafen. VDL-Fachtagung, S. 54-66, Bonn.
- PFADENHAUER, J., LÜTKE-TWENHÖFEN, F., QUINGER, B. & TEWES, S. (1985):
Trittbelastung an Seen und Weihern im östlichen Landkreis Ravensburg.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 45: 1-80, Karlsruhe.
- PHILIPPI, G. (1970):
Die Kiefernwälder der Schwetzingener Hardt (nordbadische Rheinebene).- Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 38: 46-92; Ludwigsburg.
- (1971a):
Sandfluren, Steppenrasen und Saumgesellschaften der Schwetzingener Hardt (nordbadische Rheinebene). - Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 39: 67-130; Ludwigsburg.
- (1971b):
Zur Kenntnis einiger Ruderalgesellschaften der nordbadischen Flugsandgebiete um Mannheim und Schwetzingen. - Beih. naturkd. Forsch. Süd.-Dtl. 30 (2): 113-131; Karlsruhe.
- (1973):
Sandfluren und Brachen kalkarmer Flugsande des mittleren Oberrheingebietes. - Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 41: 24-62; Ludwigsburg.
- (1981):
Sandfluren in der nordbadischen Rheinebene und ihre Abhängigkeit vom Menschen. In: SCHWABE-BRAUN, A.: Vegetation als anthropo-ökologischer Gegenstand. - Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde. (Hrsg. R. TÜXEN): 155-166; Vaduz.
- (1984 a):
Rote Liste der Moose (Bryophyta), 2. Fassung, Stand April 1983.- in: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, 4. Auflage - Naturschutz aktuell 1: 148-152, Kilda-Verlag: Greven.
- (1984 b):
Trockenrasen, Sandfluren und thermophile Saumgesellschaften des Tauber-Main-Gebietes.- Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 57/58: 533-618, Karlsruhe.
- (1990):
PYROLACEAE. In SEBALD, O, SEYBOLD, S. &

- PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Band 2. - S. 367-376; Stuttgart.
- PLACHTER, H. (1985):
Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf Sandstandorten des unteren Brombachtals (Bayern) und ihre Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes. - Ber. ANL 9: 45-92; Laufen.
- POTT, R. & HÜPPE, J. (1991):
Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. - Abh. Westfäl. Mus. Naturkde. 53 (1/2): 313 S.; Münster.
- QUINGER, B. (1991):
Wiederherstellung und Neuschaffung von Magerrasen, Abschlußbericht Projektphase II.- 120 S., unveröffentlichter Projektbericht am Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, München.
- REICHELT, G. & WILMANN, O. (1973):
Vegetationsgeographie. - Braunschweig.
- REICHHOFF, L. & BÖHNERT, W. (1978):
Zur Pflegeproblematik von FESTUCO-BROMETEA-, SEDO-SCLERANTHETEA- und CORYNEPHORETEA-Gesellschaften in Naturschutzgebieten im Süden der DDR.- Arch. Naturschutz Landschaftsforschung 18 (2): 81-102, Berlin.
- REICHHOLF, J. (1988):
Ist der Biotop-Verbund eine Lösung des Problems kritischer Flächengrößen ? - Laufener Seminarbeiträge 10/86: 19-24, Laufen.
- REMMERT, H., (1979):
Grillen - oder wie groß müssen Naturschutzgebiete sein ? - Nationalpark 22: 7-9.
- RIEDERER, J. Frh. v. Paar (1981):
Daten aus der Bayer. Schafhaltung.- Der Bayer. Schafhalter (2): 6-7.
- (1988):
70 Jahre organisierte Schafhaltung in Bayern.- Der Bayer. Schafhalter (5): 126-137.
- RIESS, W. (1975):
Kontrolliertes Brennen -eine Methode der Landschaftspflege.- Mitt. Flor. soz. Arbeitsgem. N.F. 18: 265-271, Todenmann-Göttingen.
- (1976):
Die Wirkungen kontrollierten Feuers auf den Boden und die Mikroorganismen.- Forum Umwelt Hygiene 2: 259-263.
- (1977):
Umweltfaktor Feuer -gelenkter Einsatz in der Landschaftspflege.- Verh. Ges. Ökologie 7: 267-273, Den Haag.
- (1988):
Konzepte zum Biotopverbund im Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern.- Laufener Seminarbeiträge 10/86: 102-115, Laufen.
- RINGLER, A. (1991):
Die Vereinigung als Chance für den deutschen Naturschutz (Teil 2) - Naturschutz und Landschaftsplanung 23 (3): 120-131; Stuttgart.
- RINGLER, A. & HARTMANN, G. (1986):
Dokumentation zur Nutzungs-, Landschafts- und Biotopflächen-Entwicklung nach dem 2. Weltkrieg.- Gutachten am Bayer. Staatsmin. Landesentwickl. Umweltfragen, 123 S., München.
- RODI, D. (1974):
Trockenrasengesellschaften des nordwestlichen Tertiärhügellandes.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 45: 151-172, München.
- (1975):
Die Vegetation des nordwestlichen Tertiärhügellandes (Oberbayern).- Schr. Vegetationskde. 8: 21-78, Bonn-Bad Godesberg.
- SAMBRAUS, H.H. (1987):
Atlas der Nutzierrassen.- 2. Aufl., 272 S., Stuttgart.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1976):
Lehrbuch der Bodenkunde.- 9.Aufl., 394 S., Stuttgart.
- SCHERZINGER, W. (1991):
Biotoppflege oder Sukzession. - Garten und Landschaft 101 (2); S. 92; München.
- SCHEUERER, M., EICHER, M. & HERRE, P. (1991):
Bestandssituation, Standortansprüche und Maßnahmen zur Erhaltung stark gefährdeter Arten auf Sanden im Landkreis Kelheim unter Einbeziehung von Standorten in der Oberpfalz.- Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 102: 47-60 ; München.
- SCHIEFER, J. (1981a):
Bracheversuche in Baden-Württemberg.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 22: 1-325; Karlsruhe.
- (1982b):
Kontrolliertes Brennen als Landschaftspflegemaßnahme? - Natur und Landschaft 57 (7/8): 264-268, Stuttgart.
- (1984):
Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen.- Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 57/58: 33-62, Karlsruhe.
- SCHLÖLAUT, W. (1988):
Schafhaltung und Naturschutz - Traditionen-Probleme-Lösungsmöglichkeiten. Naturschutz und Landschaftspflege mit Schafen, DLG-Fachtagung, Oktober 1987, DLG (Hrsg.), S. 8-24, Frankfurt.
- SCHMIDT, W. (1974):
Die vegetationskundliche Untersuchung von Dauerquadraten.- Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 17: 103-106, Todenmann.
- (1985):
Mahd ohne Düngung - Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachen. In: SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.): Sukzession auf Grünlandbrachen.-

- Münstersche Geographische Arbeiten 20: 81-99, Münster.
- SCHNEID, TH. (1954):
Die Wanzen (Hemiptera, Heteroptera) der Umgebung von Bamberg.- Ber. Naturf. Ges. Bamberg 34: 47-107.
- SCHÖNFELDER, P. (1986):
Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns.- Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 72, 77 S., München.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (1990):
Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns.- 752 S., Stuttgart.
- SCHULZ, H. (1974):
Langjährige Untersuchungen über den Einfluß von Vielschnitt und Beweidung auf Ertrag und Pflanzenbestand einer Dauergrünlandfläche. - Zeitschrift f. Acker- und Pflanzenbau 140: 144-156.
- SCHUSTER, G. (1979):
Wanzen aus Südbayern sowie aus den benachbarten Gebieten Baden-Württembergs und Österreichs (Insecta, Heteroptera) (Wanzen von bayr. Schwaben).- 34. Ber. Naturf. Ges. Augsburg 166: 1-55.
- (1981):
Wanzenfunde aus Bayern, Württemberg und Nordtirol.- 36. Ber. Naturf. Ges. Augsburg 175: 1-50.
- (1988):
Zur Wanzenfauna Mittelfrankens (Insecta, Heteroptera).- 47. Ber. Naturf. Ges. Augsburg 188: 1-32.
- (1989):
Die Wanzenfauna des Windsbergs bei Freinhausen/Oberbayern (Insecta, Heteroptera).- 49. Ber. Naturf. Ges. Augsburg 190: 1-29.
- SEIBERT, P. (1968):
Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1: 500 000 mit Erläuterungen. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 3: 84 S.; Bonn - Bad Godesberg.
- SEIDENSTÜCKER, G. (1961):
Heteropteren aus Bayern.- Nachrbl. Bayer. Ent. 10 (2): 12-16.
- SINGER, K. (1952):
Die Wanzen des unteren Maingebietes von Hanau bis Würzburg mit Einschluß des Spessarts.- Mitt. Naturwiss. Mus. Aschaffenburg 5: 1-129.
- SPERBER, G. (1968):
Der Reichswald bei Nürnberg - aus der Geschichte des ältesten Kunstforstes.- Mitt. Staatsforstverwaltung 37: 178 S.; München.
- STARFINGER, U. (1988):
Die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina* EHRH.) in Berlin (West).- Abschlußbericht zu einem vom Berliner Landesforstamt in Auftrag gegebenen Forschungsvorhaben an der TU Berlin; unveröffentlicht.
- SUKOPP, H. (1982):
Tatort Natur.- Horst Sterns Umweltmagazin (6): 72, München.
- THOMANN, W. (1988):
Landschaftspflege mit Schafen aus dem Blickwinkel der Schafhaltung.- Der Bayerische Schafhalter (2): 32-34.
- TÜXEN, R. (1956):
Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung.- Angewandte Pflanzensoz. 13: 5-42; Stolzenau/Weser.
- (1960):
Die Geschichte der Sand-Trockenrasen (FESTUCO-SEDETALIA) im nordwestdeutschen Alt-Diluvium. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 8: 338-341; Todemann ü. Rinteln.
- VERMEER, J.G. & F. BERENDSE (1983):
The relationship between nutrient availability, shoot biomass and species richness in grassland and wetland communities.- Vegetatio 53: 121-126, Den Haag.
- VOLK, O.H. (1931):
Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. - Zeitschr. f. Botanik 24: 81-185; Jena.
- VOLK, H. & SCHLENSTEDT, J. (1991):
Rote Listen und Forstwirtschaft, der Wald - kein sicherer Schutz für gefährdete Pflanzen ? - Forst und Holz 46 (24): 2-8; Alfeld (Leine).
- VOLLMANN, F. (1914):
Flora von Bayern.- 840 S.; Stuttgart.
- VOSSMERBÄUMER, H. (1973):
Quartäre Flugsande in Nordbayern. - Geol. Blätter NO-Bayern 23: 1-20; Erlangen.
- WAGNER, E. (1952):
Blindwanzen oder Miriden.- Dahl: Die Tierwelt Deutschlands 41: 1-218.
- (1961):
Ungleichflügler, Wanzen, (Heteroptera, Hemiptera).- In: BROHMER, EHRMANN & ULMER (Hrsg.): Tierwelt Mitteleuropas 4 (3): Xa, 1-173. Leipzig (Quelle & Meyer).
- (1966):
Wanzen oder Heteropteren I. Pentatomorpha.- Dahl: Die Tierwelt Deutschlands 54: 1-235.
- (1967):
Wanzen oder Heteropteren II. Cimicomorpha.- Dahl: Die Tierwelt Deutschlands 55: 1-179.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & ZAHLHEIMER, W.A. (1990):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften, Teil I (Naturnahe Wälder und Gebüsche).- Beiheft zu Ber. Bayer. Bot. Ges. 61, 62 S., München.
- (1991):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften, Teil III

- (Außeralpine Felsvegetation, Trockenrasen, Borstgrasrasen und Heidekraut-Gestrüppe, wärmebedürftige Saumgesellschaften).- Beiheft 2 zu Ber. Bayer. Bot. Ges. 62, 63 S., München.
- WALTER, H. (1984):
Vegetation und Klimazonen. - 5. Aufl., 382 S.; Stuttgart.
- WALZ, H.G. (1972):
Die Allmenden im Albvorland und auf der Alb östlich von Lauf. - Staatsexamensarbeit Univ. Erlangen, unveröffentlicht.
- WARREN, M.S. & FULLER, R.S. (1990):
Woodland rides and glades: their management for wildlife.- Nature conservancy council, ISBN 086-139-6359.
- WASNER, U. (1982):
Artenhilfsprogramm Heidesandlaufkäfer. - Naturschutz praktisch, Merkblätter Biotop- u. Artenschutz LÖLF Nordrhein-Westfalen 27: 4 S.; Recklinghausen.
- WATT, T.A. (1978):
The biology of *Holcus lanatus* and its significance in grassland.- Herbage Abstracts 48: 195-204.
- WEBER, K.H. (1978):
Geologische Karte von Bayern 1: 25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7137 Abensberg. - 366 S.; München.
- WEGENER, U. & KEMPF, H. (1982):
Das Flämmen als Pflegemethode landwirtschaftlich nicht genutzter Rasengesellschaften.- Landschaftspflege Naturschutz Thüringen 19 (3): 57-63, Jena.
- WEIDEMANN, H.J. (1986):
Tagfalter Band I, Entwicklung - Lebensweise.-285 S., J. Neumann-Neudamm GmbH & Co. KG: Melsungen.
- WEIDEMANN, H.J. (1988):
Tagfalter Band II, Biologie, Ökologie, Biotop-schutz.- 372 S., J. Neumann-Neudamm GmbH & Co. KG: Melsungen.
- WESTHUS, W. (1981):
Zur Vegetationsentwicklung von Aufforstungen insbesondere mit *Robinia pseudacacia* L.- Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. 21 (4): 211-225, Berlin.
- WESTRICH, P. (1989):
Die Wildbienen Baden-Württembergs, Allgemeiner und Spezieller Teil. - 972 S.; Stuttgart.
- WILKE, E. (1979):
Wanderschäfererei.- Der Bayer. Schafhalter (4): 1-2.
- WIND, K. (1980):
Botanische samenstelling van grasland bij extensivering van het gebruik.- Meded. Landbouwhogeschool, Vakgroep Landbouwplantentelt en Graslandkunde 52, 19 S.
- WIRTH, V. (1980):
Flechtenflora: Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete.- 552 S., Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart.
- WITSCHHEL, M. (1980):
Xerothermvegetation und dealpine Vegetationskomplexe in Südbaden.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 17: 1-212, Karlsruhe.
- (1986):
Zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung von *Daphne cneorum* L. in Baden-Württemberg, unter Berücksichtigung der zöologischen Verhältnisse in den anderen Teilarealen.- Jb. Ges. Naturkde. Württemberg 141: 157-200, Stuttgart.
- WOIKE, M. & ZIMMERMANN, P. (1988):
Biotope pflegen mit Schafen.- AID Nr. 1197, Auswertungs- und Informationsdienst für Ernähr., Landwirtschaft und Forsten e.V. (Hrsg.), Bonn.
- WÜST, W. (1986):
Avifauna Bavariae, die Vogelwelt Bayerns im Wandel der Zeit, Bd. II. - S. 733 - 1449; München.
- ZEIDLER, H. (1984):
Pflanzengesellschaften. In: Der Landkreis Kitzingen: 55-74, Kitzingen.
- ZEIDLER, H. & R STRAUB (1967):
Waldgesellschaften mit Kiefer in der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation des mittleren Maingebietes. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 11/12: 88-126; Todenmann ü. Rinteln.
- ZERLE, A. (1992a):
Waldbiotopkartierung, Anspruch und Wirklichkeit. - AFZ 47 (10): 517-521; München.
- (1992b):
Waldbiotopkartierung, Erwiderung zu U. GLÄNZER. - AFZ 47 (17): 928-929; München.
- ZERLE, A., HEIN, W. & STÖCKEL, H. (1987):
Forstrecht in Bayern, Kommentar. - Loseblattsammlung, 7. Lieferung, Deutscher Gemeindeverlag.
- ZIELONKOWSKI, W. (1973):
Wildgrasfluren der Umgebung Regensburgs. Vegetationskundliche Untersuchungen an einem Beitrag zur Landespflege.- Hoppea 31: 1-181, Regensburg.
- ZIELONKOWSKI, W., PREISS, H., & HERINGER, J. (1983):
Natur und Landschaft im Wandel.- Anhang zu Ber. ANL 10. 1-70, Laufen/Salzach.
- ZIMMERMANN, P. & WOIKE, M. (1982):
Das Schaf in der Landschaftspflege.- Mitt. LÖLF 7: 1-13, Recklinghausen.
- ZIMMERMANN, R. (1979):
Der Einfluß des kontrollierten Brennens auf Esparsetten -Halbtrockenrasen und Folgegesellschaften im Kaiserstuhl.- Phytocoenologia 5 (4): 447-524, Stuttgart-Braunschweig.
- ZUNDEL, R. (1991):
Wie naturfern sind unsere Wälder? - Natur und Landschaft 66 (6): 323 - 325; Stuttgart.

6.2 Mündliche / briefliche Mitteilungen

Herr Dr. ALBRECHT / Inst. f. Landschaftstechnik der Universität München, 1991, mdl.

Herr U. BEMMERLEIN / Ifanos, Institut f. angewandte ökologische Studien, 1992, mdl.

Herr BRACKEL, W. von / IVL, Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie, Röttenbach, 1992, mdl.

Herr BREUNIG, TH. / Karlsruhe, 1989, mdl.

Herr EICHER / Landschaftspflegeverband Kelheim, 1991, mdl.

Herr O. ELSNER / IVL Röttenbach, 1992, mdl.

Herr GEROLD / Maschinenring Oberland-Peiting, 1991 und 1992, mdl.

Herr GOMARINGER, 1987, mdl.

Frau GRABERT, B. / ABSP-München, 1992, mdl.

Herr HARTLAUB, S. / Untere Naturschutzbehörde Miltenberg, 1991.

Herr HERRE, P. / Regierung v. d. Oberpfalz, Regensburg, 1989, mdl.

Herr LITTL / Landratsamt Kelheim, 1989 und 1991, mdl.

Herr Dr. MATTERN / Bezirksstelle f. Naturschutz und Landschaftspflege Stuttgart, 1990, mdl.

Frau Dr. RITSCHHEL-KANDEL / Reg. v. Unterfranken, 1991, mdl.

Frau SENDKE / Schäferin, 1992, briefl. und mündl.

Herr STAPF / AfLuB Ansbach, 1989, mdl.

Herr WEID / ABSP-München, 1992, mdl.

| | | |
|-------------|---|--|
| ABSP | = | Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern; LfU |
| AID | = | Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V. |
| ANL | = | Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach |
| BaWü-MELUF | = | Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg |
| Bay-NatSchG | = | Bayerisches Naturschutzgesetz (Neuaufgabe 1990; StMLU) |
| BdB | = | Bund deutscher Baumschuler |
| BN | = | Bund Naturschutz in Bayern e.V. |
| BUND | = | Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. |
| DBV | = | Deutscher Bund für Vogelschutz |
| DLG | = | Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft |
| EG | = | Europäische Gemeinschaften |
| e.V. | = | eingetragener Verein |
| FH | = | Fachhochschule |
| FIBerG | = | Flurbereinigungsgesetz |
| KulaP | = | Kulturlandschaftsprogramm des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten |
| LBV | = | Landesbund für Vogelschutz |
| LfU | = | Bayerisches Landesamt für Umweltschutz |
| LfW | = | Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft |

6.3 Gesetze und Verordnungen

Bayerisches Naturschutzgesetz, Neuaufgabe 1990, StMLU.

Richtlinien zur Förderung landschaftspflegerischer Maßnahmen (Landschaftspflege-Richtlinien), Bekanntmachung des StMLU vom 29. April 1983.

Waldgesetz für Bayern (BayWaldG), in der Fassung vom 25. August 1982, zuletzt geändert durch Gesetz vom 20. Dezember 1983.

Verordnung über den Erschwernisausgleich des StMLU vom 20. August 1983.

| | | |
|-------|---|--|
| LÖLF | = | Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen |
| LPK | = | Landschaftspflegekonzept Bayern |
| MELUF | = | Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg |
| NSG | = | Naturschutzgebiet |
| RL | = | Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns und Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns |
| SLKV | = | Schweizerisches Landeskomitee für Vogelschutz |
| SRU | = | Rat von Sachverständigen für Umweltfragen |

6.4 Abkürzungsverzeichnis

Behörden, Gesetze, Projekte etc.

ABM = Arbeitsbeschaffungsmaßnahme

| | | |
|--------|---|---|
| StMELF | = | Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten |
| StMLU | = | Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen |
| TU | = | Technische Universität |

Sonstige Abkürzungen

| | | |
|----------------|---|--------------------------|
| Abb. | = | Abbildung |
| Anm. d. Verf. | = | Anmerkung des Verfassers |
| Art. | = | Artikel |
| Aufl. | = | Auflage |
| bzw. | = | beziehungsweise |
| cm | = | Zentimeter |
| ders. | = | derselbe |
| d.h. | = | das heißt |
| dies. | = | dieselben |
| DM | = | Deutsche Mark |
| dt | = | Dezitonne |
| E | = | östlich |
| ebd. | = | ebenda |
| erw. | = | erweitert |
| f. | = | folgende Seite |
| ff. | = | folgende Seiten |
| GV | = | Großvieheinheit |
| ha | = | Hektar |
| Hrsg. | = | Herausgeber |
| i.d.R. | = | in der Regel |
| inkl. | = | inklusive |
| insbes. | = | insbesondere |
| Kap. | = | Kapitel |
| km | = | Kilometer |
| Lkr. | = | Landkreis |
| m | = | Meter |
| m.o.w. | = | mehr oder weniger |
| N | = | nördlich |
| NO | = | nordöstlich |
| NW | = | nordwestlich |
| neube- arb. | = | neubearbeitet |
| o.a. | = | oder anderem |
| o.ä. | = | oder ähnlichem |
| s. | = | siehe |

| | | |
|---------|---|-------------------|
| S. | = | Seite |
| S | = | südlich |
| SE | = | südöstlich |
| SW | = | südwestlich |
| Tab. | = | Tabelle |
| u.a. | = | unter anderem |
| u.E. | = | unseres Erachtens |
| unpubl. | = | unpubliziert |
| usw. | = | und so weiter |
| u.U. | = | unter Umständen |
| u.v.m. | = | und vieles mehr |
| v.a. | = | vor allem |
| verb. | = | verbessert |
| z.B. | = | zum Beispiel |
| z.T. | = | zum Teil |
| zit. | = | zitiert |

Abkürzungen der Regierungsbezirke

| | | |
|-------|---|---------------|
| Ufr. | = | Unterfranken |
| Ofr. | = | Oberfranken |
| Mfr. | = | Mittelfranken |
| Obb. | = | Oberbayern |
| Ndb. | = | Niederbayern |
| Schw. | = | Schwaben |
| Opf. | = | Oberpfalz |

6.5 Verzeichnis der Autokennzeichen Bayerns

| | |
|-----|----------------------|
| A | Augsburg |
| AB | Aschaffenburg |
| AIC | Aichach-Friedberg |
| AN | Ansbach |
| AÖ | Altötting |
| AS | Amberg-Weizsach |
| BA | Bamberg |
| BGL | Berchtesgadener Land |
| BT | Bayreuth |
| CHA | Cham |
| CO | Coburg |
| DAH | Dachau |
| DEG | Deggendorf |
| DGF | Dingolfing |
| DIL | Dillingen |
| DON | Donau-Ries |
| EBE | Ebersberg |

| | | | |
|-----|------------------------------|-----|-------------------------|
| ED | Erding | NES | Rhön-Grabfeld |
| EI | Eichstätt | NEW | Neustadt a.d. Waldnaab |
| ERH | Erlangen-Höchstadt | NM | Neumarkt i.d. Opf. |
| FFB | Fürstenfeldbruck | NU | Neu-Ulm |
| FO | Forchheim | OA | Oberallgäu |
| FRG | Freyung-Grafenau | OAL | Ostallgäu |
| FS | Freising | PA | Passau |
| FÜ | Fürth | PAF | Pfaffenhofen a.d. Ilm |
| GAP | Garmisch-Partenkirchen | PAN | Rottal-Inn |
| GZ | Günzburg | R | Regensburg |
| HAS | Haßberge | REG | Regen |
| HO | Hof | RH | Roth |
| KC | Kronach | RO | Rosenheim |
| KEH | Kelheim | SAD | Schwandorf |
| KG | Bad Kissingen | SR | Straubing |
| KT | Kitzingen | STA | Starnberg |
| KU | Kulmbach | SW | Schweinfurt |
| LA | Landshut | TIR | Tirschenreuth |
| LAU | Lauf (= Nürnberg Land) | TÖL | Bad Tölz-Wolfratshausen |
| LI | Lindau | TS | Traunstein |
| LIF | Lichtenfels | WM | Weilheim-Schongau |
| LL | Landsberg am Lech | WÜ | Würzburg |
| M | München | WUG | Weißenburg-Gunzenhausen |
| MB | Miesbach | WUN | Wunsiedel |
| MIL | Miltenberg | | |
| MN | Unterallgäu | | |
| MSP | Main-Spessart | | |
| MÜ | Mühlendorf am Inn | | |
| ND | Neuburg-Schrobenhausen | | |
| NEA | Neustadt Aisch-Bad Windsheim | | |

6.6 Anlagen

Fortsetzung der Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunkt vorkommen in Sandrasen-Ökosystemen.

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|------------|--|---|
| 4S | <i>Spathocera dalmani</i> SCHILL. | <p><i>Spathocera dalmani</i> lebt bei uns offenbar ausschließlich in Sandrasen-Ökosystemen. JORDAN (1933), der die Autökologie der Art näher untersuchte, konnte feststellen, daß <i>Spathocera dalmani</i> ganz an <i>Rumex acetosella</i> gebunden ist, da sie sich als Larve und als Imago davon ernährt und an der Stengelbasis die Eier (Mai bis Juni) ablegt. Offenbar sind nur "sehr kümmerliche Exemplare ... auf dürrem Sandboden" als Wirtspflanze geeignet, was möglicherweise mit der von JORDAN beobachteten Verpilzungsgefahr der Eier und Jungtiere der xerothermophilen Art zusammenhängt. Larve Juni/Juli. GULDE (1921) berichtet von Massenaufreten bei Enkheim im Frankfurter Becken auf einem sandigen Brachacker. Nach JORDAN zeigt die Art, obwohl sie dazu in der Lage ist, geringe Bereitschaft zum Flug, ist also wohl als dispersionsschwach einzustufen. Die Überwinterung erfolgt in Sandrasen oft in Grasbüscheln (und Pflanzenpolstern) im Imaginalstadium, wo JORDAN sie mit <i>Spathocera laticornis</i> antraf. Nach FISCHER (1961) von KITTEL vor 1900 bei Augsburg gefunden. SINGER (1952) nennt mehrere Funde vom unteren Main (1928-47, z.B. Sandgruben bei Mainaschaff und Sulzbach, Dünen bei Kahl).</p> |
| 4S | <i>Coriomeris scabricornis</i> PANZER | <p><i>Coriomeris scabricornis</i> lebt in Sandrasen- Ökosystemen an <i>Trifolium</i>- Arten, vielleicht auch ausschließlich an <i>Trifolium arvense</i>. Larven treten von Juni bis August auf, die Imagines überwintern. SCHNEID (1954) fand die Art "auf den Sandfeldern" um Bamberg von 1929-37 mehrfach, z.B. bei Zeil a.M. und am Börstig, wo sie auch vor 1962 noch auftrat (ECKERLEIN 1962). SINGER (1952) nennt einige Funde aus dem unteren Maingebiet (1932-49), z.B. auf den Kahler Dünen. SCHUSTER (1988) fand sie 1984 in der Sandgrube bei Mühlstetten. 1990 konnte <i>Coriomeris scabricornis</i> auch am Windsberg und auf den nahegelegenen Biotopneuanlagen festgestellt werden, was für ein vergleichsweise gutes Dispersionsvermögen spricht. Vermutlich vermag die Wanzenart auch sandige Ackerbrachen als Lebensraum zu nutzen.</p> |
| 4S | <i>Aelia rostrata</i> BOHEMAN | <p>In Bayern offenbar auf Sandrasen-Ökosysteme beschränkt und dort an "grasbewachsenen Sandflächen" (SINGER 1952). Lebt wie andere <i>Aelia</i>-Arten an Gräsern, wobei besonders die reifenden Samen besaugt werden. Wichtigste Wirtspflanze scheint <i>Corynephorus canescens</i> zu sein (SINGER 1952, SCHNEID 1954). Erkennbar ist eine gewisse Affinität zu Gehölzen: Nach ECKERLEIN 1962 hielt sie sich am Börstig "besonders an den höheren Grasbüscheln bei den Kiefernbüschen" auf und wurde auch von SINGER im Grenzbereich zum Kiefernwald und auf sandigen Waldlichtungen angetroffen. Überwintert als Imago im Moos zwischen Kiefern oder im Wurzelbereich der Wirtspflanzen. Eiablage im Juni, neue Imago ab Juli. SINGER (1952) nennt etliche Funde (1925-48) aus dem unteren Maingebiet (nur aus Sandrasen), SCHNEID (1954) von den Sanden um Bamberg von Stullendorf (1933) und Hirschaid (1936), sowie vom Börstig, wo ECKERLEIN (1962) sie ebenfalls fand. Neuere Nachweise unbekannt.</p> |

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|---|--|
| 4S | <i>Arenocoris falleni</i> (= Pseudophloeus) SCHILL. | <i>Arenocoris falleni</i> lebt überwiegend "auf sandigen Flächen, z.B. an Feldrainen unter Pflanzenrasen, v.a. <i>Artemisia campestris</i> und <i>Thymian</i> "; <i>Calluna</i> oder <i>Erodium</i> (WAGNER 1961). Larve Juni bis August, überwintert als Imago. Im unteren Maingebiet von SINGER (1952) 1925-35 v.a. in Sandgruben (bei Mainaschaff, Schönbusch und Großostheim), sowie in den Kahler Dünen gefunden. Um Bamberg "vorwiegend in den Sanden und an den warmen Maintalhängen" (SCHNEID 1954); z.B. am Börstig, wo auch ECKERLEIN (1962) <i>Arenocoris falleni</i> noch fand. Aktuell nur vom Windsberg (auch Biotopneuanlage!) (HAASE & SÖHMISCH 1990) nachgewiesen. |
| 4S | <i>Arenocoris waltlii</i> (= Pseudophloeus) SCHÄFER | Lebensweise wie <i>Arenocoris falleni</i> . Von SINGER (1962) in Sandgruben des unteren Maingebietes gefangen, ebenso auf einer Ackerbrache. SCHNEID (1954) konnte <i>Arenocoris waltlii</i> am Waldrand der xerothermen steilen Mainhänge unter Besenginster antreffen. Seither offenbar erst wieder von LORENZ am Windsberg nachgewiesen (HAASE & SÖHMISCH 1990)! |
| 4S | <i>Rhopalus tigrinus</i> SCHILL. | Überwiegend eine Art der Sandrasen- Ökosysteme, die vereinzelt auch in Kalkmagerrasen gefunden wurde. Lebt vermutlich an Schmetterlingsblütlern, v.a. Kleearten. Nach SINGER (1952) besonders an Feldrainen und auf Brachäckern. Dieser konnte sie 1925-42 im unteren Maingebiet besonders in Sandgruben (bei Sulzbach, Mainaschaff und Großostheim), als auch in den Kahler Dünen nachweisen. Auch um Bamberg vorwiegend in den Sandgebieten (SCHNEID 1954, am Börstig auch noch von ECKERLEIN 1962 gefunden) und neuerdings von SCHUSTER (1988) auch aus den Sandgruben von Pleinfeld und Mühlstetten gemeldet. |
| 4S | <i>Deraeocoris punctulatus</i> FALL. | Auf Sanddünen an <i>Artemisia campestris</i> (SINGER 1952); um Bamberg "vorwiegend Bewohnerin der Dünenande ... nährt sich von Blattläusen" (SCHNEID 1954). ECKERLEIN (1962) fand sie "als Bodentier in der Nähe von <i>Artemisia campestris</i> ". Möglicherweise monophag an nur auf dieser Pflanze lebende Blattläuse gebunden. Von SCHUSTER (1988) aktuell aus der Sandgrube von Pleinfeld und Mühlstetten gemeldet. Einziger aktueller publizierter Nachweis! |
| - | <i>Antheminia lunulata</i> GOEZE | Xerothermophile Wanzenart mit ostmediterränem Verbreitungsschwerpunkt, die im Rote Liste Entwurf (ACHTZIGER et al. 1991) nicht als gefährdet, sondern als Art mit in Bayern unsicherem Vorkommen nur in Anhang 1 geführt ist. <i>Antheminia lunulata</i> ist vom Mainzer Becken (Fund von GULDE 1921 um die Jahrhundertwende und vom Schwanheimer Sand bekannt (nur KITTEL 1869/70 nennt Nürnberg und Eichstätt als bayerische Funde). Sie konnte weder am unteren Main noch um Bamberg aufgefunden werden, doch wurde die typische Sandart 1990 überraschend von LORENZ (HAASE & SÖHMISCH 1990) am Windsberg nachgewiesen! Höchste Schutzpriorität! <i>Antheminia lunulata</i> entwickelt sich ausschließlich in Sandrasen, und zwar an <i>Artemisia campestris</i> , Imagines gehen auch auf <i>Helichrysum</i> , <i>Gnaphalium</i> und Kreuzblütler über (GULDE 1921). Die Imago tritt ab Juli auf und überwintert. |

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|---|---|
| - | <i>Sehirus luctosus</i> MULS. & REY | Offensichtlich zeigt <i>Sehirus luctosus</i> eine Bevorzugung von Sandrasenbereichen mit Ruderalisierungseinfluß. Auch in der DDR wird sie als Art "trockener und halbtrockener Ruderalstellen und Waldsäume" eingestuft (HERTZEL 1983). <i>Sehirus luctosus</i> wurde an den Wurzelhälsen von <i>Anchusa</i> und wiederholt an <i>Myosotis arvensis</i> gefunden. Nach HERTZEL (1983) zeigt sie zumindest während der Fortpflanzungsperiode eine stärkere trophische Bindung an Boraginaceen (v.a. die Larven zeigen eine deutliche Bindung). Die Imagines überwintern, kopulieren im April/Mai und legen die Eier anschließend ins Bodensubstrat ab. Am unteren Main z.B. 1938 in einer Sandgrube bei Mainaschaff gefunden (SINGER 1952). In der Umgebung Bambergs einst "verbreitet und besonders in den Sanden im allgemeinen nicht selten" (SCHNEID 1954). Neuere Nachweise von der Sandgrube bei Mühlstetten (SCHUSTER 1988), sowie vom Südhang des Windsberges und von einem Brachacker in dessen Nähe (SCHUSTER 1989). |
| - | <i>Sphragisticus nebulosus</i> FALL. | Typische Wanze der Sandgebiete an Main und Rhein; so am unteren Main (Sandgruben bei Mainaschaff und Sulzbach a.M., Kahler Sande; SINGER 1952) und auch um Bamberg (z.B. Börstig; SCHNEID 1952, ECKERLEIN 1962). Nach ECKERLEIN bevorzugt die Art den lockeren Sand auf Wegen und SINGER (1952) fand sie auch an Felddrainen mit <i>Artemisia campestris</i> , einer möglichen Wirtspflanze; die Imago überwintert und lebt bis Juni, neue Imago ab August. Aktuell wurde die Art von LORENZ am Windsberg gefunden (HAASE & SÖHMISCH 1990). |
| - | <i>Rhyparochromus lynceus</i> F. | In Bayern bisher v.a. in Sandrasen gefunden; so am unteren Main (Sandgruben bei Mainaschaff und Sulzbach a.M., Kahler Dünen; SINGER 1952) und um Bamberg (SCHNEID 1954). Am Börstig unter Kieferngbüsch und auf offenem Boden. Nach SINGER bevorzugt an und unter <i>Echium</i> und <i>Salvia</i> . Imago überwintert; Kopula Mai/Juni; neue Imago ab Juli. Neuere Funde aus den Sandgruben von Pleinfeld und Mühlstetten (SCHUSTER 1988) und von Ackerbrachen des Windsbergs (SCHUSTER 1989), sowie aus dem Dümbucher Forst (SCHUSTER 1979). |
| - | <i>Rhyparochromus quadratus</i> F. | Am unteren Main vorwiegend auf Sanddünen (Sandgruben bei Mainaschaff und Sulzbach a.M., Kahler Dünen), nur vereinzelt im Kalkgebiet (SINGER 1952). In den Sandgebieten um Bamberg gern an <i>Corynephorus</i> (SCHNEID 1954), z.B. am Börstig (ECKERLEIN 1962). Besonders in nur lückig bewachsenen Partien am Boden umherlaufend. Inzwischen auch von den Sandgruben bei Pleinfeld und Mühlstetten bekannt (SCHUSTER 1988). |
| - | <i>Beosus maritimus</i> SCOPOLI | In Bayern offenbar ebenfalls v.a. in Sandrasen-Ökosystemen. Es scheint eine Bindung an <i>Calluna</i> -Heiden zu bestehen (Wirtspflanze?). Wiederholt in Sandgruben gefunden (z.B. bei Mainaschaff und Sulzbach a.M.; SINGER 1952, und unter Kieferngbüsch einer Sandgrube am Börstig; ECKERLEIN 1962). Neuerdings auch vom Windsberg nachgewiesen (hier auch auf einer Ackerbrache; SCHUSTER 1989). Schnell laufender Bodenbewohner. Kopula ab Mai, Larve Juli/August; Imago überwintert. |

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|--|--|--|
| - | <i>Neides tipularius</i> L. | Die Art, die in Bayern offenbar vorwiegend in Sandrasen lebt, wurde meist unter <i>Artemisia campestris</i> , aber auch z.B. unter <i>Artemisia vulgaris</i> und <i>Sarothamnus</i> gefunden. Ältere Nachweise stammen aus den Sandgebieten des unteren Main (SINGER 1952) und aus den Sandgebieten um Bamberg (SCHNEID 1954), z.B. am Börstig, wo auch ECKERLEIN (1962) <i>Neides tipularius</i> im Bereich von Kiefernbüschchen an einem Sandgrubenrand fing. Neuerdings wurde die Art von den Sandgruben bei Pleinfeld und Mühlstetten (SCHUSTER 1988) und vom Windsberg bekannt (hier auch auf den historischen Ackerterrassen; HAASE & SÖHMISCH 1990) |
| - | <i>Plagiognathus albipennis</i> FALL. | <i>Plagiognathus albipennis</i> lebt v.a. an <i>Artemisia campestris</i> , sowie an <i>Artemisia vulgaris</i> . Außer in Sandrasen tritt die Art auch gelegentlich in trockenwarmen ruderalisierten Kalkmagerrasen auf. Alte Nachweise existieren vom unteren Maingebiet (SINGER 1952) und aus der Umgebung Bambergs (SCHNEID 1954; z.B. auch vom Börstig; ECKERLEIN 1962). Aktuelle Funde in Sandrasen liegen aus den Sandgruben von Mühlstetten und Pleinfeld (SCHUSTER 1988), wie auch vom Windsberg (SCHUSTER 1989) vor. |
| Etwa gleich häufig in Sandrasen und in Kalkmagerrasen kommen vor: | | |
| 1 | <i>Camptotelus lineolatus</i> SCHILL. | Nach SEIDENSTÜCKER (1961) besiedelt <i>Camptotelus lineolatus</i> wie <i>Camptotelus costalis</i> sowohl Silikat- wie auch Kalkböden, jedoch nur Sand- und Steinschuttflächen von großer Trockenheit, in denen die Art immer unter <i>Thymus</i> - Polstern zu finden ist. Er wies die Art in aufgelassenen Kalksteinbrüchen bei Eichstätt nach. REMANAE (in SEIDENSTÜCKER 1961) fand <i>Camptotelus lineolatus</i> in den südbayerischen Siegenburger Dünen, ebenfalls unter <i>Thymus</i> . |
| 2 | <i>Elasmotropis testacea</i> H.S. | Wurde von MELBER (1980) bei Eschendorf in den Sanden am Main (Umgebung Volkach) aufgefunden. Weitere Vorkommen sind aus Kalkmagerrasen bekannt (siehe LPK- Band II.1 "Kalkmagerrasen"). Lebt an <i>Echinops sphaerocephalus</i> . |
| 2 | <i>Prostemma guttula</i> FABR. | Zoophage, an xerothermen Standorten am Boden lebende Wanzenart, die nur selten voll ausgebildete Flügel aufweist und daher als dispersionsschwach eingestuft werden muß. Im unteren Maingebiet in mehreren Sandgruben (bei Schönbusch, Sulzbach a.M., Mainaschaff und im Gailbachtal) und in der Umgebung Bambergs an Trockenstandorten des Maintals und der Sande (SINGER 1952 bzw. SCHNEID 1954) aufgefunden, z.B. auch am Börstig (ECKERLEIN 1962). Neuere Funde fehlen! |
| 3 | <i>Derephysia cristata</i> PANZER | SCHNEID (1954) fand <i>Derephysia cristata</i> um Bamberg ausschließlich an Xerothermstandorten, sowohl der Sande als auch des Jurasteilhanges (Staffelberg). Auf dem Börstig konnte ECKERLEIN (1962) sie im Sommer zahlreich an den Wurzelhälsen von <i>Artemisia campestris</i> (einzige Wirtspflanze?) zusammen mit Ameisen antreffen, zu denen eine nicht genauer bekannte Beziehung besteht. <i>Derephysia cristata</i> scheint sich bei Störungen auch in die Nestergänge der Ameise zu flüchten. Auch außerhalb Bayerns in Sandrasen nachgewiesen. Larve Juni/Juli |

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|------------|------------------------------------|---|
| 3 | <i>Cydnus aterrimus</i> FORSTER | <p><i>Cydnus aterrimus</i> ist nicht so streng wie die beiden Aethus-Arten auf Sandrasen- Ökosysteme spezialisiert. Die Art ist an baumlose Sandflächen oder "lockere, nicht als Kulturland genutzte Kalkböden" gebunden, die in Bayern insbesondere auf Binnendünen und den Kalkhügeln des unteren Maintals auftreten (vgl. SCHORR 1957). Sie benötigt außerdem <i>Euphorbia</i>-Arten, an deren Früchten und Samen sie saugt. SCHORR konnte beim Studium der Autökologie bis Mitte Juni eine Bevorzugung von <i>Euphorbia cyparissias</i> und später ein Überwecheln auf die spätblühende <i>Euphorbia segueriana</i> feststellen (in der Zucht werden darüberhinaus weitere Euphorbien, andere Pflanzen und tote Larven besaugt). Kopulation, Eiablage und z.T. auch die Larvenentwicklung spielen sich im Sand ab. Die Wanze bevorzugt zum Graben offene Sandstellen mit mittelfeinem Sand, kommt aber auch noch mit grobem (2,7-4 mm Korngröße) zurecht, wodurch das Vorkommen in Kalkmagerrasen ermöglicht wird. Als Aufenthaltsort wählt sie trockenen Sand. In Sandrasen-Ökosystemen findet man <i>Cydnus aterrimus</i> hauptsächlich in der Initialphase der Vegetationsentwicklung, wo auf den Dünenrücken der Sand noch bewegt ist und z.B. <i>Koeleria glauca</i>, <i>Euphorbia segueriana</i> und <i>cyparissias</i> sowie <i>Artemisia campestris</i> in 10-30 cm Abstand wachsen (SCHORR 1957). Interessanterweise betreibt <i>Cydnus aterrimus</i> intensive Brutpflege: die Larven müssen sich, um lebensfähig zu sein, durch Besteigen des Muttertieres mit Symbionten infizieren, die in Sekrettröpfchen auf taktile Reize der Larven hin abgegeben werden. Die Imago überwintert. Die Nachweise von SINGER (1952) im unteren Maingebiet stammen alle aus Kalkmagerrasen, ebenso der bei Bamberg (SCHNEID 1954). Während die Art aus anderen Gebieten als Sandrasen-Charakterart bekannt ist, wurde sie bisher in bayerischen Sandrasen nur von LORENZ 1990 am Windsberg (HAASE & SÖHMISCH 1990) gefunden. Weitere Vorkommen in bayerischen Sandrasen sind jedoch zu erwarten!</p> |
| 3 | <i>Sehirus morio</i> L. | <p>Art mit mediterranem Verbreitungsschwerpunkt, von der alte Funde z.B. von Nürnberg und Pleinfeld vorliegen (SCHNEID 1954). SINGER (1952) fand <i>Sehirus morio</i> im unteren Maingebiet sowohl in Sandrasen (Sandgrube bei Mainaschaff, am Waldrand bei Schönbusch in feinem Sand), als auch in Kalkmagerrasen (bei Karlstatt, am Kalbenstein). Nach HERTZEL (1983) ist <i>Sehirus morio</i> ein "Bewohner trockener Ruderalstellen und entsprechenden Saumgesellschaften mit Boraginaceen, meist auf sandigem Untergrund" und lebt dort besonders an <i>Anchusa</i> und <i>Echium</i> sowie <i>Cynoglossum</i>. Die Imago überwintert, Kopula ab Ende April.</p> |
| 3 | <i>Aellopus atratus</i> GOEZE | <p>Sehr wärmeliebende Wanzenart mit Vorkommen in Sandrasen und Kalkmagerrasen. Die Art entwickelt sich nur an Boraginaceen, z.B. konnte SCHUSTER (1989) sie unter <i>Anchusa</i> an der Oberkante des Südhangs des Windsbergs finden, sowie an <i>Echium</i> in der nahegelegenen Kiesgrube (ebenso in der Sandgrube bei Pleinfeld; SCHUSTER 1988) und ECKERLEIN (1962) 1952 an <i>Cynoglossum officinale</i>. Ansonsten keine neueren Funde in Sandrasen.</p> |

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|---|--|
| 3 | <i>Berytinus crassipes</i> HERRICH-SCHÄFFER | Wurde in Bayern regelmäßig in Sandrasen gefunden, besiedelt jedoch auch Kalkmagerrasen. <i>Berytinus crassipes</i> ist an <i>Cerastium</i> , bes. <i>Cerastium arverse</i> gebunden, an deren Stengel ab Mai auch die Eier abgelegt werden. Die Imago überwintert; neue Imago ab August. Alte Funde sind aus Sandrasen im unteren Maingebiet (SINGER 1952) und aus der Umgebung Bamberg bekannt (SCHNEID 1954). Aktueller Fund in Sandrasen von SCHUSTER (1988) in der Pleinfelder Sandgrube. |
| 4S | <i>Megalonotus praetextatus</i> HERRICH-SCHÄFFER | Nach SINGER (1952) im unteren Maingebiet "auf Ödflächen unter Hecken, in Sandgruben und an Waldrändern". Dort 1930-47 z.B. in den Sandgruben bei Mainaschaff, Schönbusch und Großostheim gefangen. 1953 noch von ECKERLEIN (1962) am Börstig gefangen. Der einzige neuere Fund stammt von SCHUSTER (1978) aus Abensberg. Bodenbewohnende Art, die im Mai/Juni kopuliert und als Imago überwintert. |
| 4S | <i>Coranus subapterus</i> DEGEER | Xerothermophile Art von Sandrasen und Kalkmagerrasen- Hängen. Lebt räuberisch von Spinnen und Insekten. Larve und Imago sind fähig, bei Gefahr Abwehrlaute hervorzubringen. Kopula erst im Herbst, überwintert als Ei; Larve April bis Juli. Von bayerischen Sandrasen vom unteren Main (z.B. Sandgrube bei Sulzbach a.M.) und von den Sanden um Bamberg (z.B. vom Börstig) bekannt (SINGER 1952; SCHNEID 1954; ECKERLEIN 1962). Von SCHUSTER (1988) neuerdings aus der Sandgrube bei Pleinfeld gemeldet. |
| - | <i>Camptotelus costalis</i> HERRICH-SCHÄFFER | Nach SEIDENSTÜCKER (1961) lebt die Art auf Kalk- und Sandflächen von größter Trockenheit. Übereinstimmend wurde <i>Camptotelus costalis</i> in trockenen Flechtendecken aufgefunden. SEIDENSTÜCKER (1961) fand sie unter <i>Cladonia</i> -Flechtendecken im "ärmsten CALLUNETUM" der mageren Nürnberger Dilluvial-Quarzsande um Erlangen, Stein und Reichelsdorf (beides Skr. Nürnberg) wie auch auf den feinen Dolomitsanden des Jura um Hartmannsdorf, Thalheim (beides Lkr. Nürnberger Land) und Fürtfried (Lkr AS) zwischen "dürftigen <i>Artemisia campestris</i> - Standorten der trockensten BROMETALIA". Kopula im Mai; die Imago überwintert. Von SCHNEID (1954) bei Bamberg in den Sanden von Strullendorf (1927) und am Börstig (1941) festgestellt; ECKERLEIN (1962) fand sie dort nicht mehr. REMOLD konnte die Art 1961 in den Siegenburger Binnendünen (Lkr. KEH) fangen. Neuere Funde fehlen offenbar! |
| - | <i>Syromastes rhombeus</i> L. | Xerothermophile Wanzenart, die sowohl regelmäßig in Sandrasen, als auch wiederholt in Kalkmagerrasen nachgewiesen wurde. Sie entwickelt sich an Caryophyllaceen, besonders an <i>Spergularia</i> und wurde wiederholt auch auf <i>Thymian</i> - Rasen gefunden. Imago überwintert und lebt bis etwa Juni; Larve Juli bis September. Von SINGER (1952) im unteren Maingebiet (z.B. von der Sandgrube bei Mainaschaff wie auch am Kalbenstein), um Bamberg ("trockenwarme Hänge des Maintals und des Jura" SCHNEID 1954, am Börstig auch von ECKERLEIN 1962), sowie von SCHUSTER (1979) im Dürnbucher Forst und am Windsberg nachgewiesen (SCHUSTER 1989). |

Fortsetzung Tabelle 1/3: Bayerische Wanzenarten mit Schwerpunktorkommen in Sandrasen-Ökosystemen

| RL Bay. | Art | Autökologie/Verbreitung |
|---------|--|--|
| - | <i>Neottiglossa leporina</i> HERRICH-SCHÄFFER | Lebt in trockenwarmen Lebensräumen (auf Kalk und Sand) an Gräsern. Auf Sandrasen z.B. von SINGER (1952) im unteren Maingebiet (Kahler Sanddünen), um Bamberg (SCHNEID 1954) und von ECKERLEIN (1962) am Börstig, sowie vom Windsberg (SCHUSTER 1989) nachgewiesen. Larve im Mai/Juni, Imago ab Juli, überwintert. |
| - | <i>Bathysolen nubilus</i> FALL. | Nicht auf Sandrasen beschränkte, an der Bodenoberfläche und unter Pflanzenpolstern aktive Wanzenart, die hier jedoch vielleicht ihren Schwerpunkt besitzt. Wurde im unteren Maingebiet in Sandgruben und auf den Kahler Dünen oft zusammen mit den beiden <i>Arenocoris</i> -Arten nachgewiesen (z.B. unter <i>Artemisia campestris</i>) und stellt vermutlich ähnliche Lebensraumansprüche. Auch aus den Sandrasen um Bamberg bekannt (SCHNEID 1954) und dort 1952 auch am Börstig festgestellt (ECKERLEIN 1962). SCHUSTER (1989) wies sie 1987 im Bereich des Windsbergs (Kiesgrube) und 1983-84 in der Sandgrube bei Mainaschaff unter <i>Sarothamnus</i> nach (SCHUSTER 1988 und 1989). |
| - | <i>Stygnocoris fuliginus</i> GEOFFR. | Um Bamberg fast ausschließlich bodenbewohnende Art der Sandgebiete (SCHNEID 1954), dort z.B. auch von ECKERLEIN (1962) am Börstig in Flechtenrasen und Moos gefangen. Auch im unteren Maingebiet in Sandrasen und Kalkmagerrasen (Kahler Dünen, Sandflächen bei Dettingen, Sandgrube bei Sulzbach a.M. nach SINGER 1952). Von LORENZ nun auch vom Windsberg nachgewiesen (HAASE & SÖHMISCH 1990). |
| - | <i>Lygnus gemmelatus</i> HERRICH-SCHÄFFER | Lebt (vorwiegend?) in Sandrasen an <i>Artemisia vulgaris</i> und <i>Artemisia campestris</i> . Alte Nachweise aus Sandgruben am unteren Main (Mainaschaff, Sulzbach a.M.; SINGER 1952), und aus den Bamberger Sanden (SCHNEIDE 1954; ECKERLEIN 1962). Neuerdings am Windsberg aufgefunden (SCHUSTER 1989). |
| - | <i>Lopus decolor</i> FALL. | In Bayern außer in Kalkmagerrasen auch regelmäßig in Sandrasen gefundene, xerothermophile Art, z.B. am unteren Main (Sandgrube Mainaschaff, Kahler Sande; SINGER 1952), um Bamberg (SCHNEID 1954), z.B. am Börstig (ECKERLEIN 1962). Neuerdings in der Sandgrube bei Pleinfeld (SCHUSTER 1988). |
| - | <i>Amblytylus nasutus</i> KBM. | Um Bamberg in den Sandrasen (SCHNEID 1954), z.B. am Börstig, hier nach ECKERLEIN (1962) v.a. in lückigen Graspatrien. Lebt an Gräsern. Im unteren Maingebiet in Sandgruben (Schönbusch, Mainaschaff; SINGER 1952). |
| - | <i>Chlamydatus pulicarius</i> FALL. | Um Bamberg an Xerothermstandorten "der Sande und Jurahänge" (SCHNEID 1954), z.B. am Börstig (ECKERLEIN 1962). Im unteren Maingebiet in Sandgruben (Großostheim, Schönbusch; SINGER 1954). Aktueller Fund in Sandrasen von SCHUSTER (1988) in der Pleinfeld Sandgrube und am Windsberg (SCHUSTER 1989). Bodenbewohnende Art. |
| - | <i>Chlamydatus pullus</i> REUT. | Ebenfalls in den Sandgebieten um Bamberg (einschließlich des Börstig; SCHNEID 1954) und in den Sanden am unteren Main (z.B. Sandgrube bei Sulzbach a.M. und den Kahler Dünen; SINGER 1954) historisch belegt. Aktuelle Funde liegen nur aus Kalkmagerrasen vor. |

6.7 Bildteil

Foto 1 (Kap. 1.1.1.2): Halbgeschlossener, kryptogamenreicher Silbergrasrasen als bevorzugter Wuchsortbereich der Sandstrohlblume (*Nelichrysum arenarium*). (Foto: QUINGER)



Foto 2 (Kap. 1.5.2.3.2): Habitat „ Offensande und vegetationsarme Sande “ an einer Binnendünen-Flanke. Durch Weitläufigkeit als Lebensraum für die Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) geeignet. (Foto: QUINGER)



Foto 3 (Kap. 2.2.1.3.1): Jungkiefern- Gruppe, die dicht genug aufwächst, um vor dem Verbiß geschützt zu sein und die Bewaldung der Sandrasen erfolgreich einzuteilen. Offenstettener Dünen im Lkr. Kelheim, März 1989. (Foto: QUINGER)



Foto 4 (Kap. 2.2.1.3.1): Podsolierung des Sandbodens durch Kiefern- Bestockung in den Offenstettener Dünen/Lkr. Kelheim. Entstehung mächtiger Rohhumus-Auflagen und Grau- Bleichung des ockerfarbenen Sandbodens. Aufgenommen im März 1989. (Foto: QUINGER)





Foto 5 (Kap. 2.3.2): Grünfärbung von durch Eutrophierung gestörten Sandrasen in der ersten Maihälfte. Die Grünfärbung wird in erster Linie vom Glatthafer verursacht. Foto: Astheimer bei Volkach, Lkr. Kitzingen, Mai 1991. (Foto: QUINGER)



Foto 7 (Kap. 4.2.1.2.1): zu Leitbild A: zu Hainen agglomerierte breitkronige Hutkiefern stehen im Wechsel mit Sandrasen und kleinflächigen, vegetationsfreien Sandstellen. Astheimer Sand bei Volkach, August 1991. (Foto: QUINGER)



Foto 6 (Kap. 2.3.2): Im Hochsommer verstrohter Sandrasen südl. von Neumarkt/Oberpf.. Die Verstrohung wird hauptsächlich von abgestorbenen Halmen des Glatthafters verursacht. Zudem weisen hier Karthäusernelke und Echtes Johanniskraut auf Eutrophierung hin. (Foto: QUINGER)



Foto 8 (Kap. 4.2.2.2.1): Sehr seltene Sandrasen - Arten wie Silberscharte und Gmelins Steinkraut bedürfen spezieller Hilfskonzepte, um eine Überlebenschance in Bayern zu haben. (Foto: QUINGER)



Foto 9 (Kap. 4.2.2.2.1): Kleinflächige Bodenöffnungen in kryptogamenreichen halbgeschlossenen Rasen bieten die besten Voraussetzungen für die Ansiedlung des Nordischen Mannsschild. (Foto: QUINGER)