

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 Mauerblümchensein 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 **Zwergstrauchgebüsch**, **Geißklee- und Ginstergebüsch**, **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. Auflassungzeitpunkt 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, lückennahe 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 Saumgebüsche 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-Gebüsche

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-Gebüschen durchsetzt. Diese Buschgruppen fügen sich als eigener, saum- bis mantelartiger Struktur-Typ ein. Den Besenginster-Gebüschen 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 "Agrotopen" 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 Pioniervegetation 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 Stromleitungsstrassen, werden in den LPK-Bänden II.18 "Kies-, Sand- und Tongruben" und II.16 "Leitungsstrassen" 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 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 Abbautoponen 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-

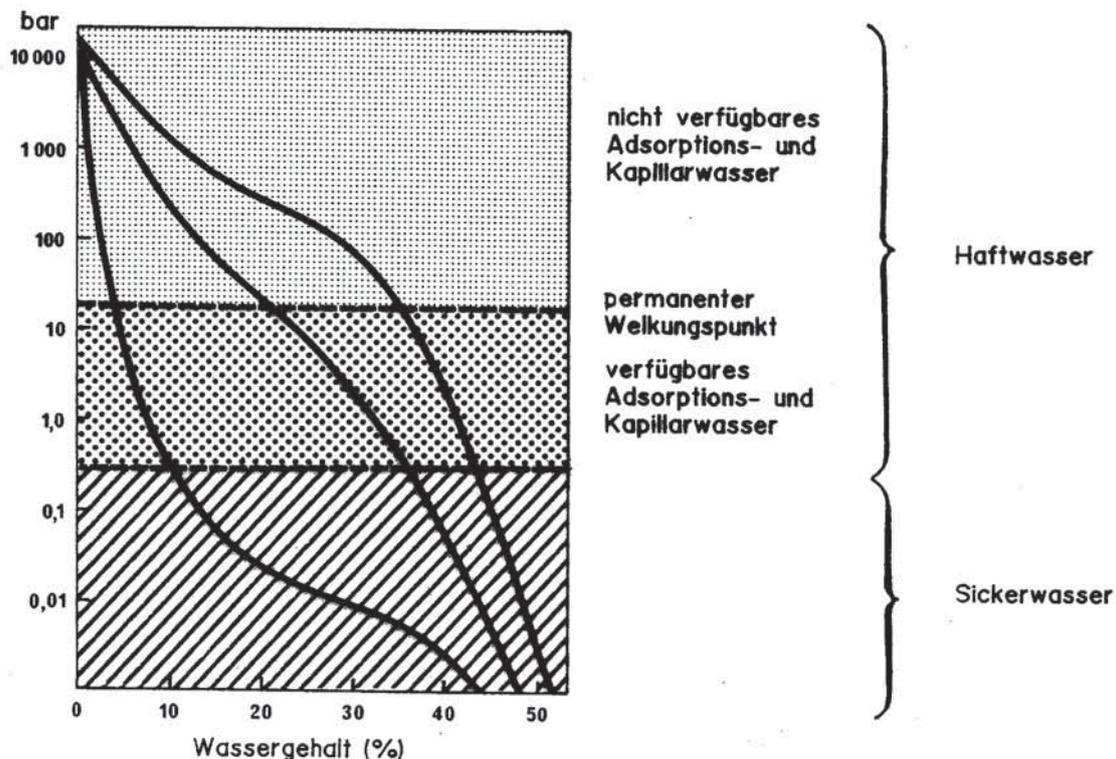


Abbildung 1/1

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 Schlüsselnährstoffe **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-

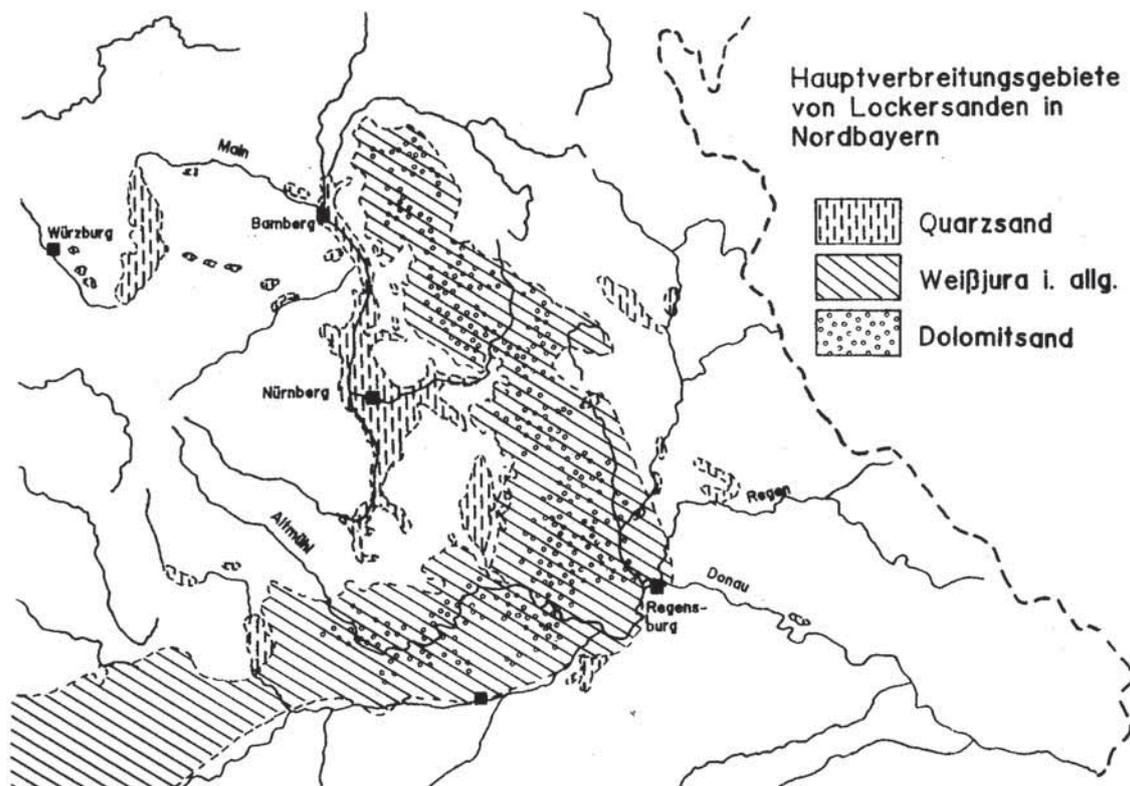


Abbildung 1/2

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.

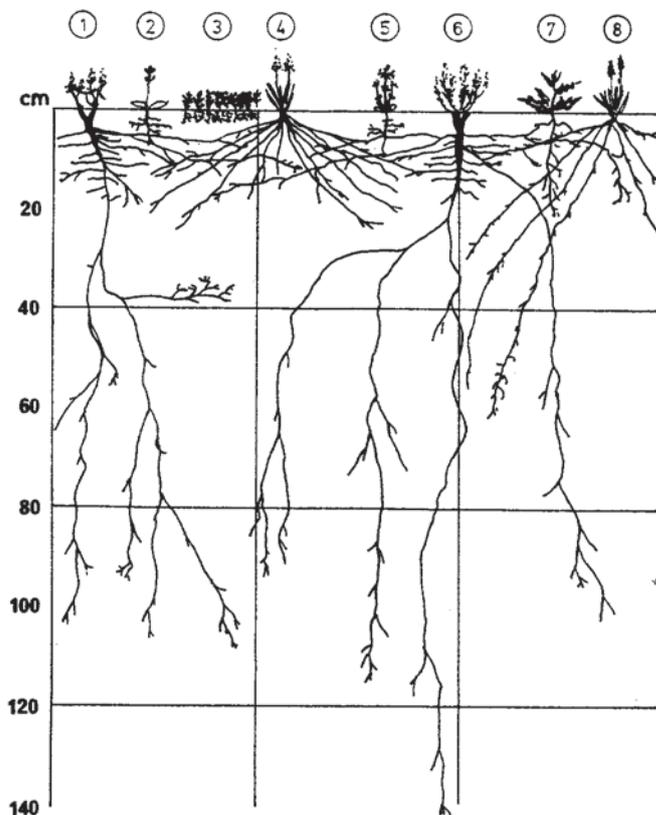
1.4.1.2 Anpassungen an die Trockenheit

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 Kiefernsteppezeit-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).

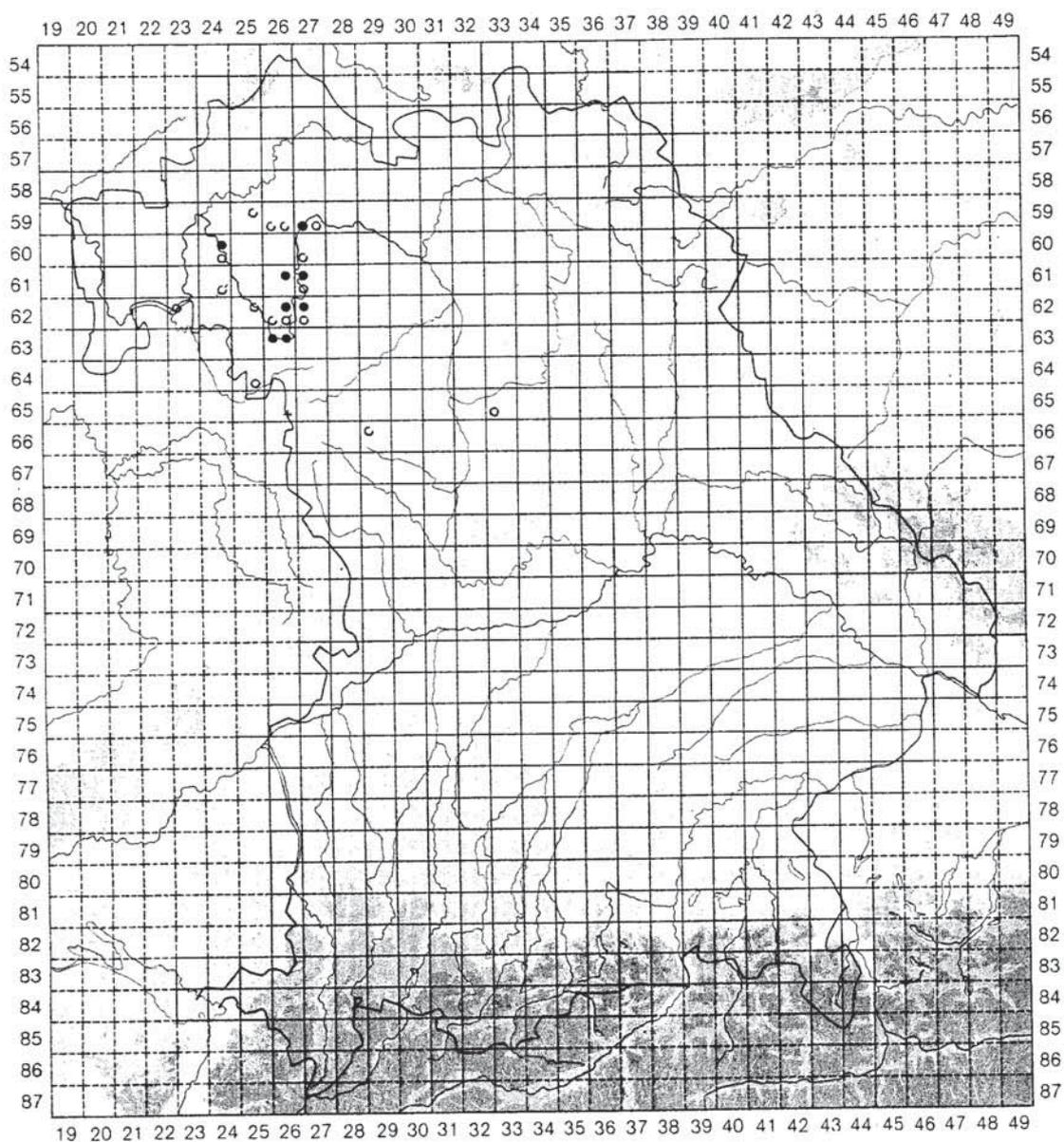


Abbildung 1/4

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 Zweikeimblätler 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).

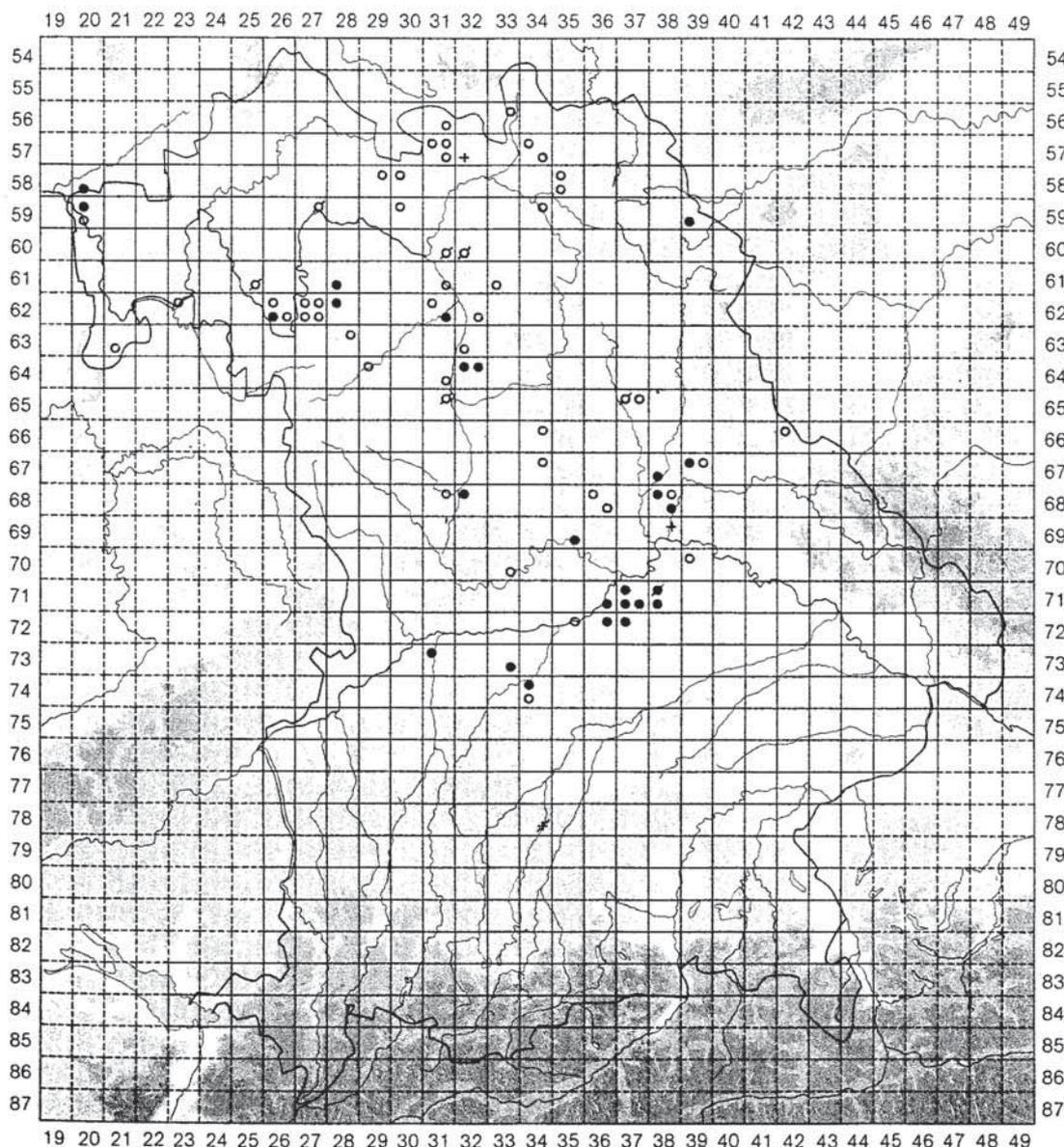


Abbildung 1/5

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-

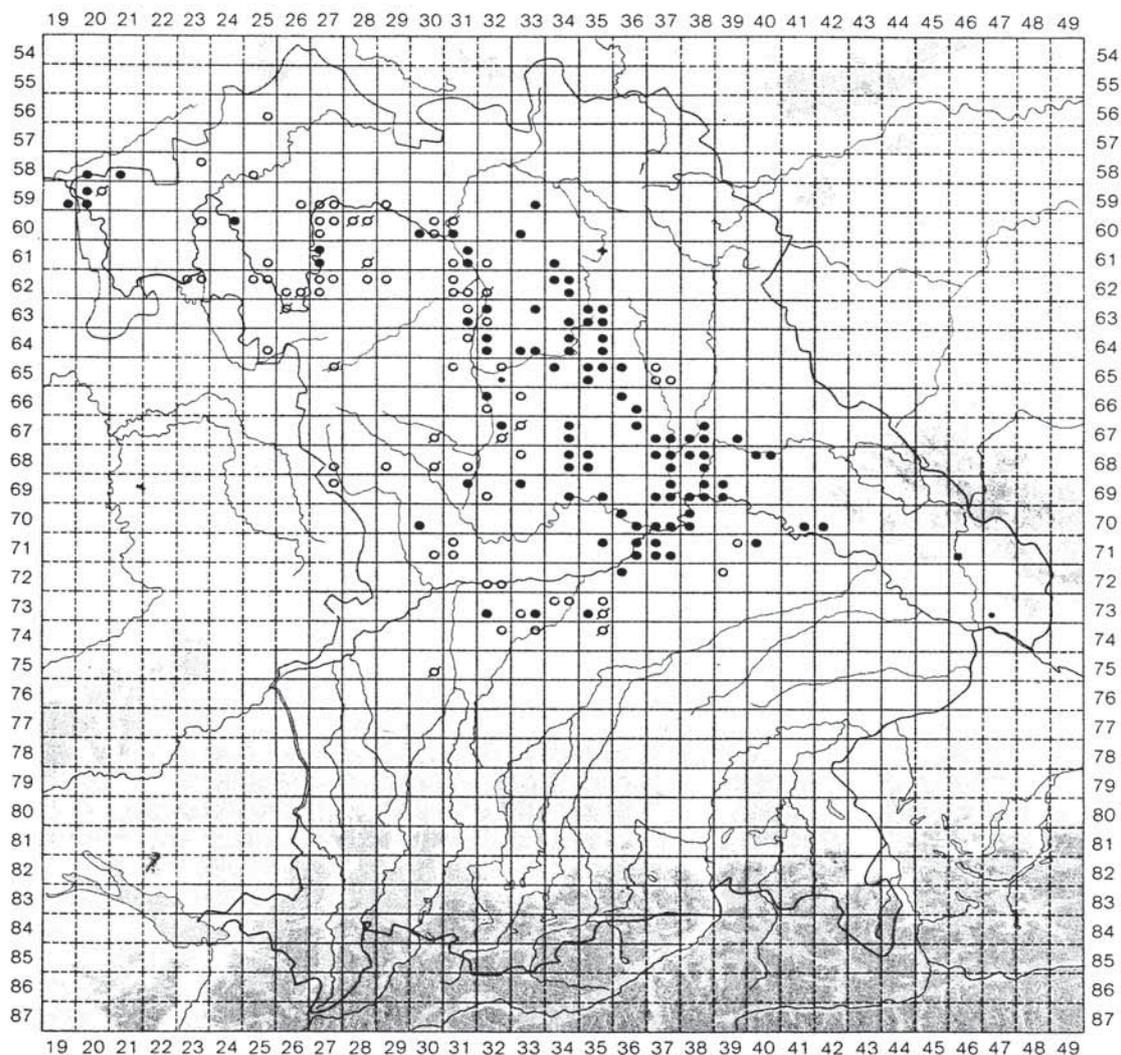


Abbildung 1/6

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 Störlast (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-

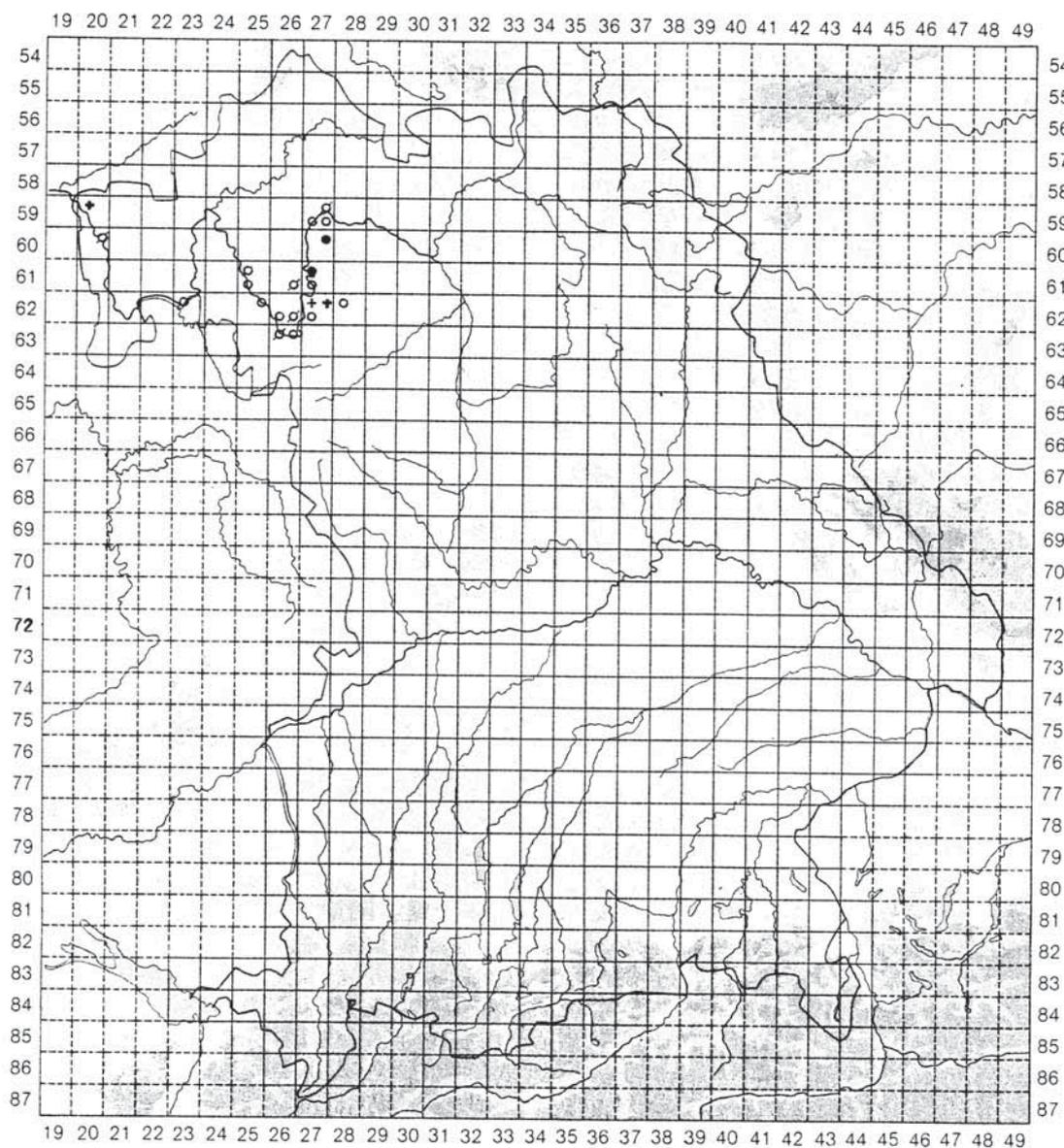


Abbildung 1/7

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 wintermilches, 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

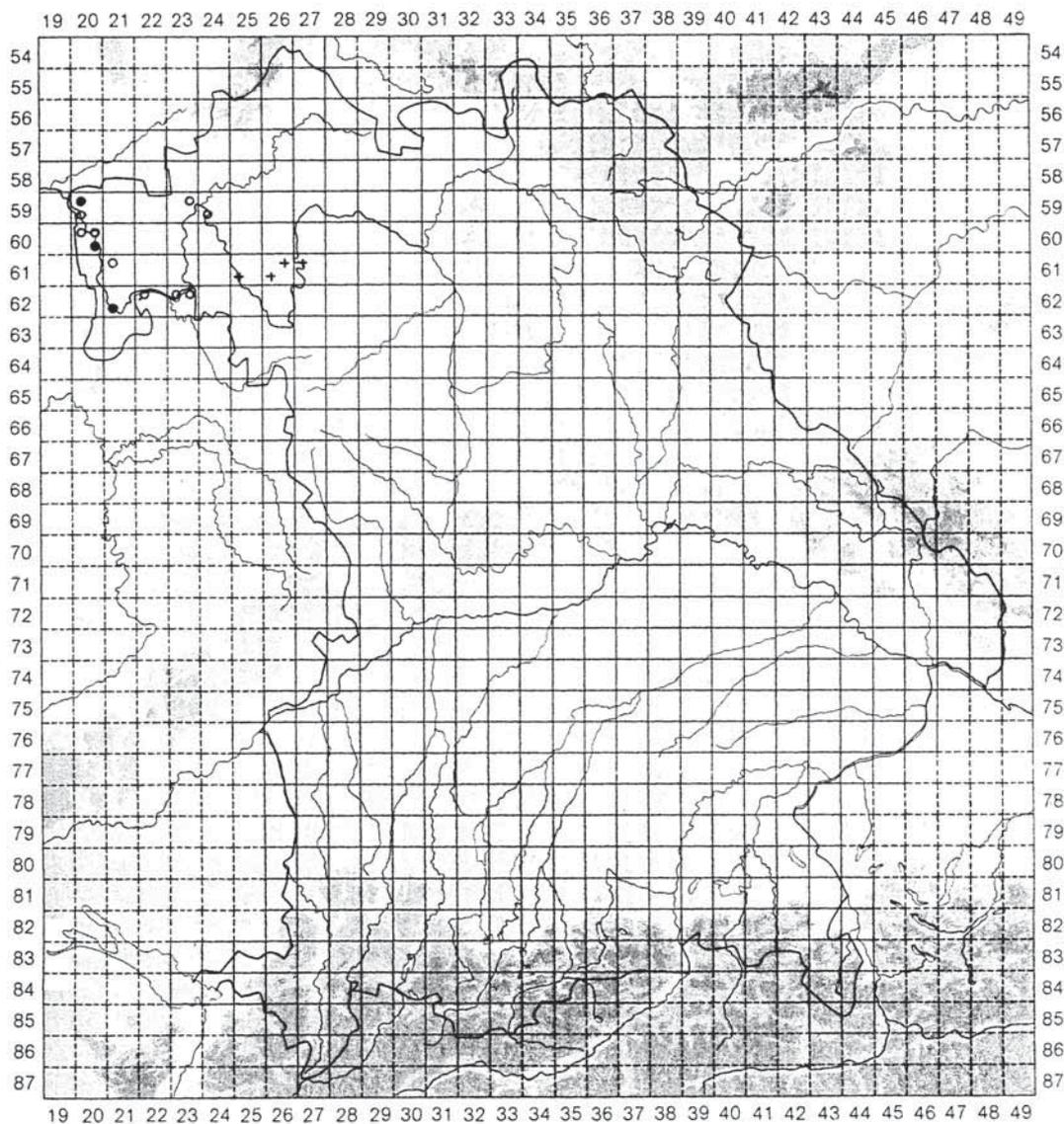


Abbildung 1/8

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, *Diploaxis 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

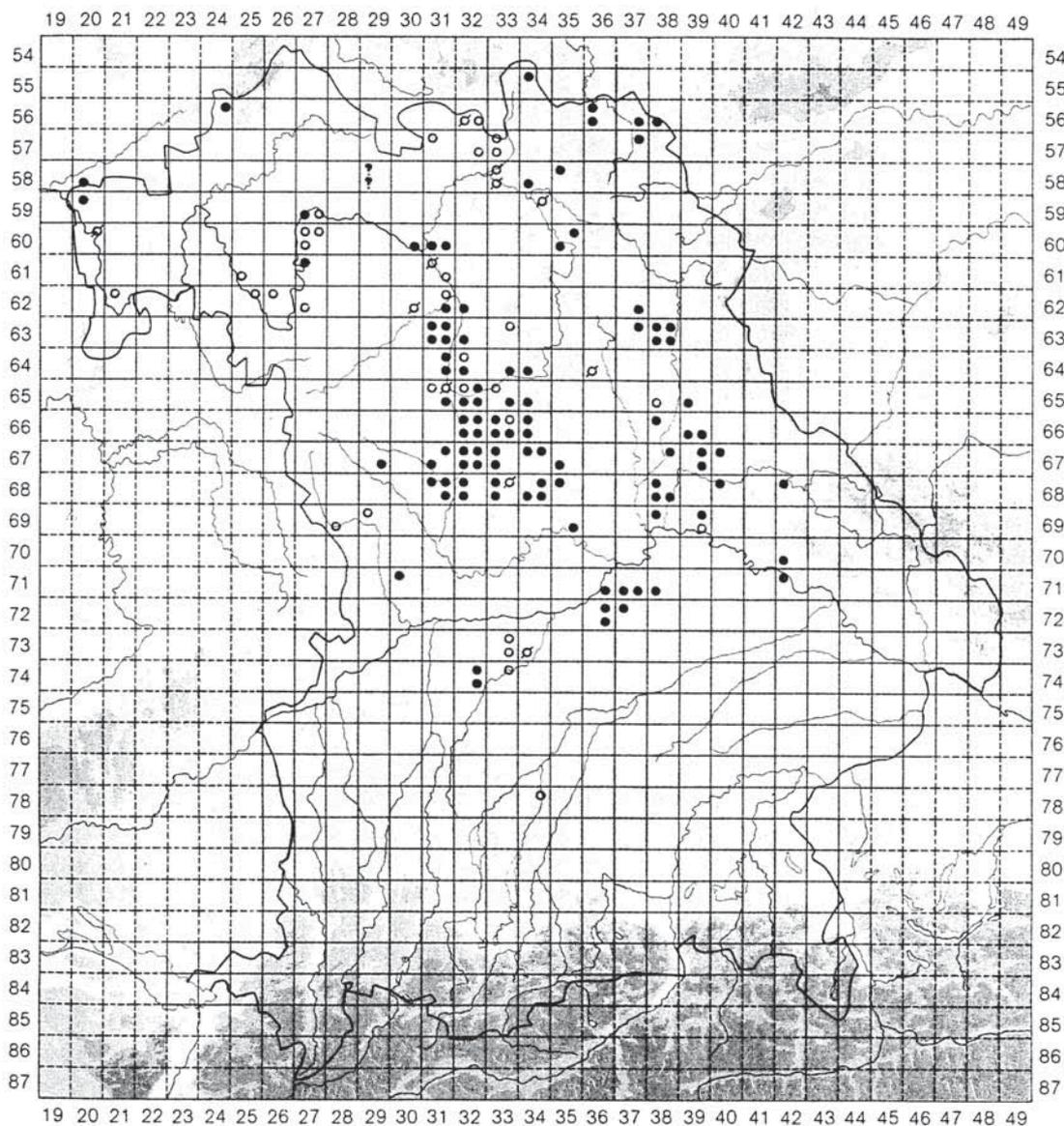


Abbildung 1/9

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 Knautgras (*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

<i>Agrostis tenuis</i>	Rotes Straußgras
<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>angustifolia</i>	Schmalblättriges Wiesen-Rispengras
<i>Silene nutans</i>	Nickendes Leimkraut
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Kleine Bibernelle
<i>Galium verum</i>	Echtes Labkraut
<i>Campanula rotundifolia</i>	Rundblättrige Glockenblume
<i>Artemisia campestris</i>	Feld-Beifuß
<i>Hypochoeris radicata</i>	Gewöhnliches Ferkelkraut
<i>Hieracium pilosella</i>	Mausohr-Habichtskraut
<i>Thymus serpyllum</i>	Sand-Thymian

Lücken-Pioniere hoher Stetigkeit

<i>Corynephorus canescens</i>	Silbergras
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Quendel-Sandkraut
<i>Erophila verna</i>	Frühlings-Hungerblümchen
<i>Ornithopus perpusillus</i>	Mäusewicke
<i>Potentilla argentea</i>	Silber-Fingerkraut
<i>Rumex tenuifolius</i>	Schmalblättriger Zwerg-Sauerampfer
<i>Sedum acre</i>	Scharfer Mauerpfeffer
<i>Trifolium arvense</i>	Hasen-Klee
<i>Vicia lathyroides</i>	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 Lämmersalat
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 Sandackerbrache-Pflanzengemeinschaften 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 Maintals, 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

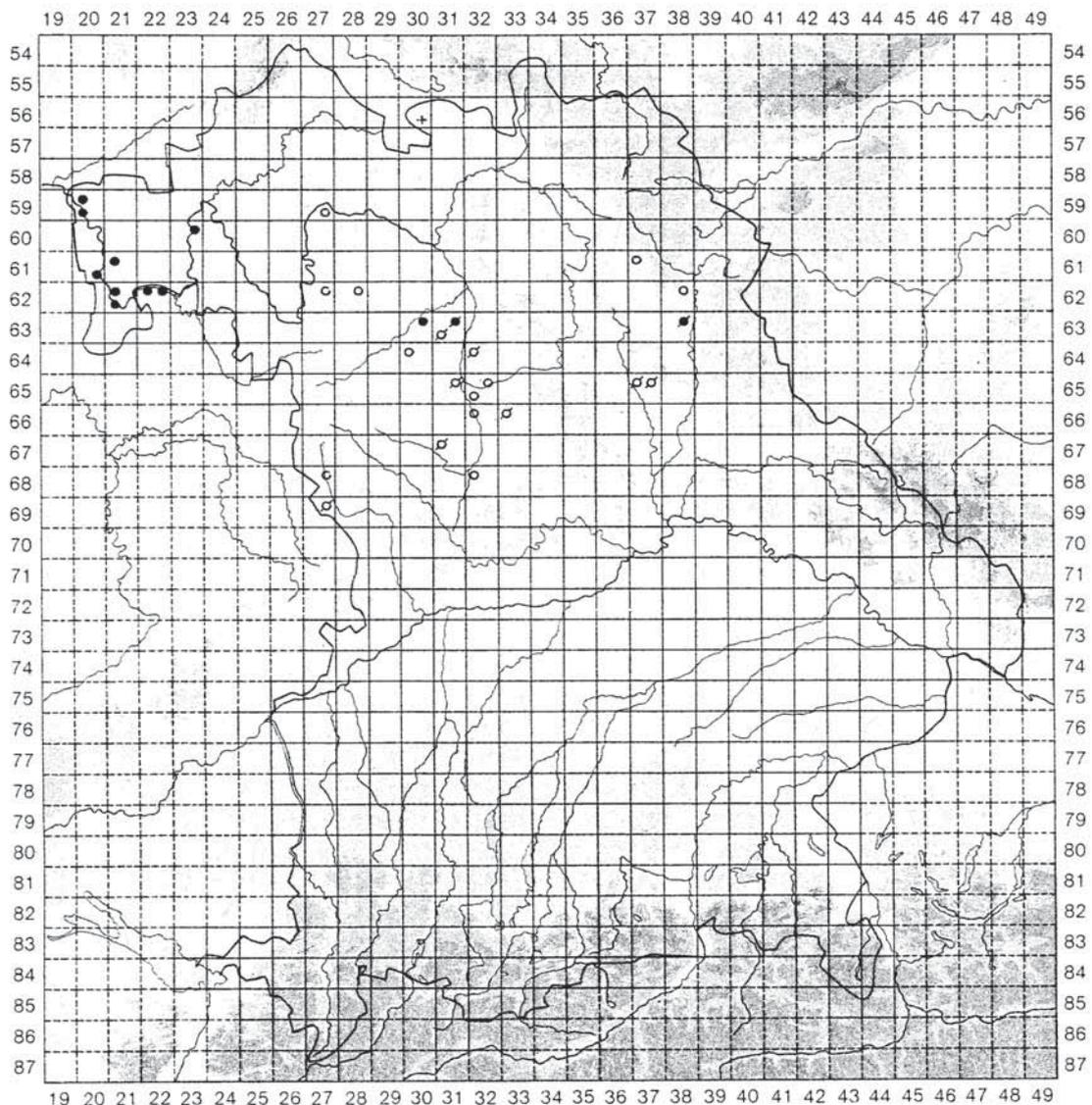
<i>Verbascum thapsus</i>	Kleinblütige Königskerze
<i>Verbascum lychnitis</i>	Mehlige Königskerze
<i>Verbascum densiflorum</i>	Großblütige Königskerze
<i>Verbascum phlomoides</i>	Windblumen-Königskerze
<i>Echium vulgare</i>	Stolzer Heinrich
<i>Cynoglossum officinale</i>	Gewöhnliche Hundszunge
<i>Nepeta cataria</i>	Gewöhnliche Katzenminze
<i>Rumex thyriflorus</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 sylvestris*) 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 Schrobenhausen (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 Grubengang ihren Halt; sie wird zusätzlich vom Ameisenlöwen mit Sandkörnern beworfen und schließlich von den kräftigen Kiefernzangen der Larve ergriffen. Neben dem Hauptvorkommen der Art in den Flugsandgebieten, wo sandige Böschungen unter überstehenden Wurzelteiler 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 Krumenverletzungen zum Bau von Brut- und Siedlungsröhren. Für andere, wie die Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caerulans*) 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 caerulans*) 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 Sandstrohlblumeneulchen (*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

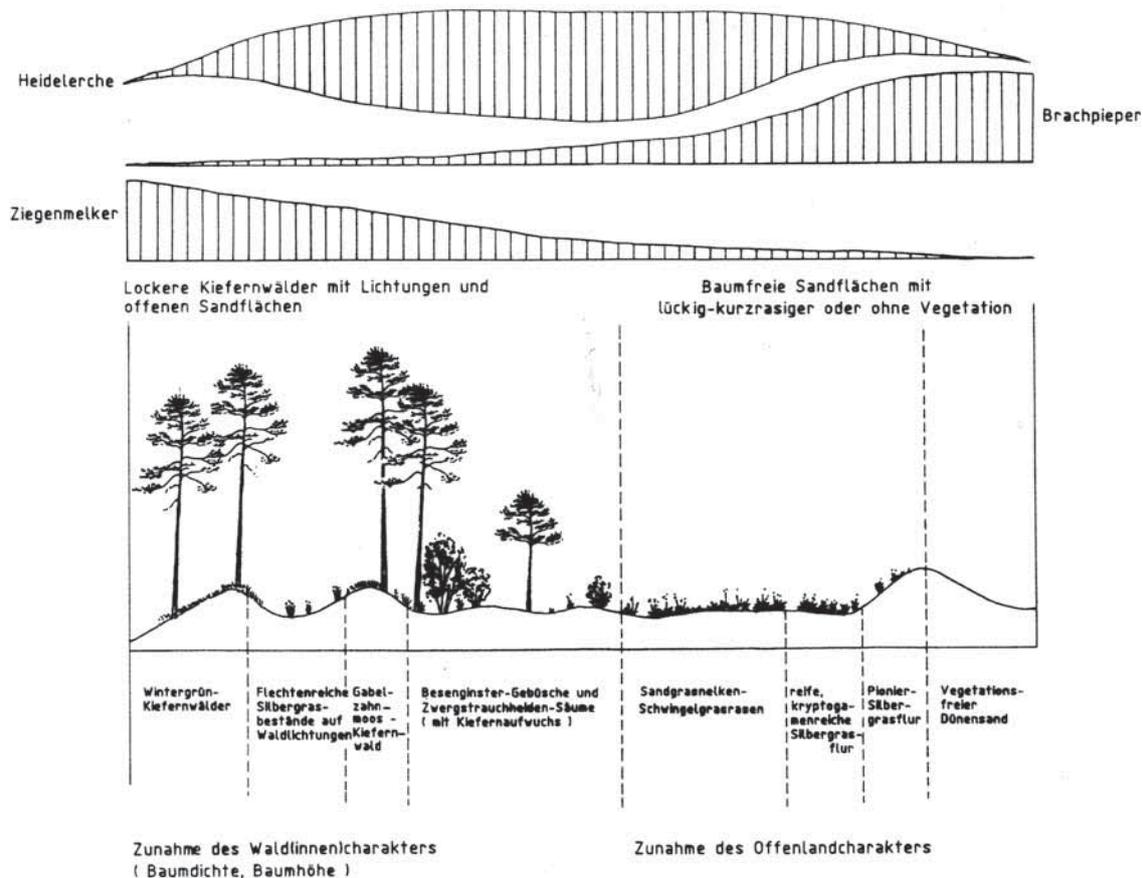


Abbildung 1/11

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 stär-

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;

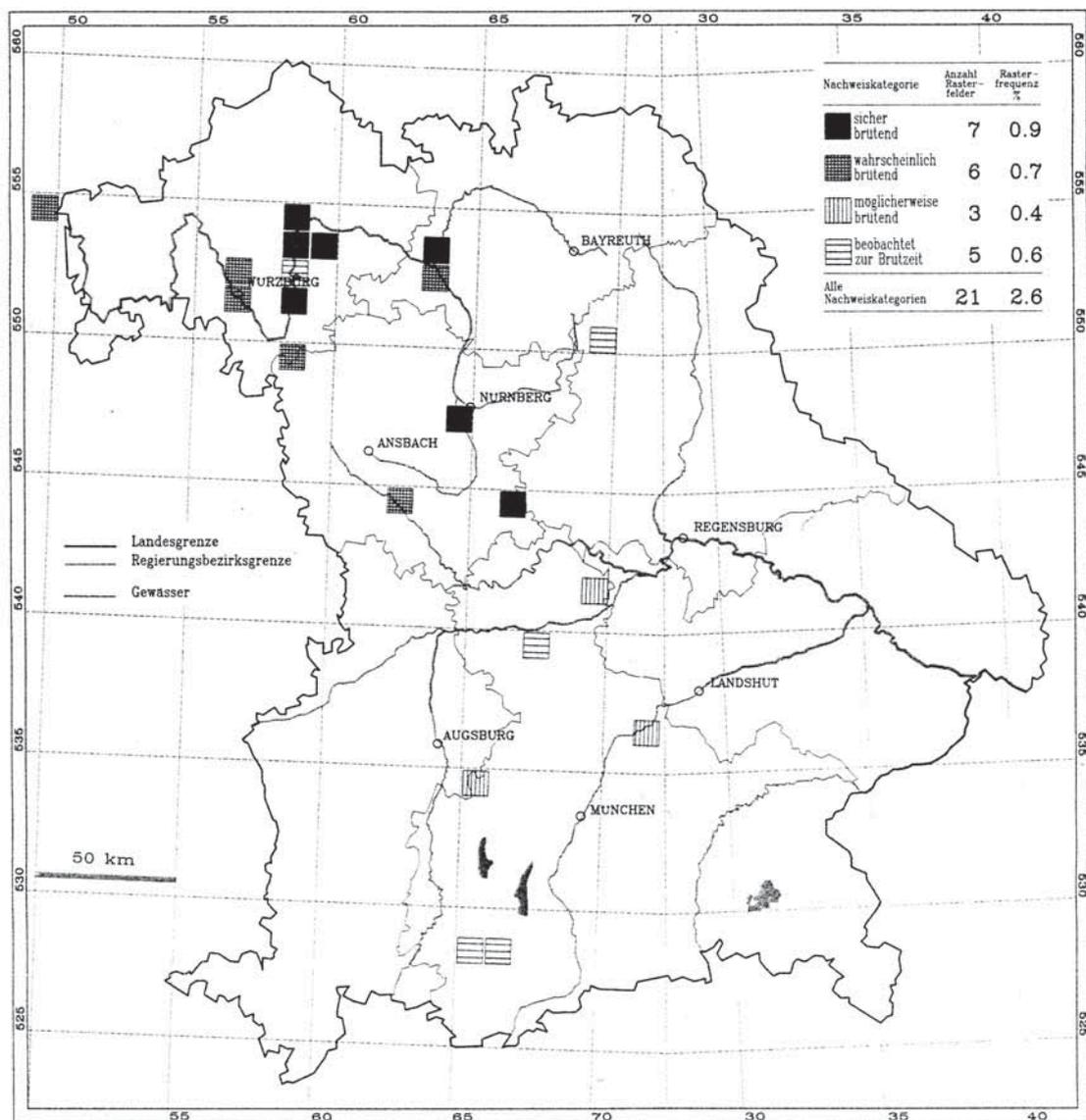


Abbildung 1/12

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).

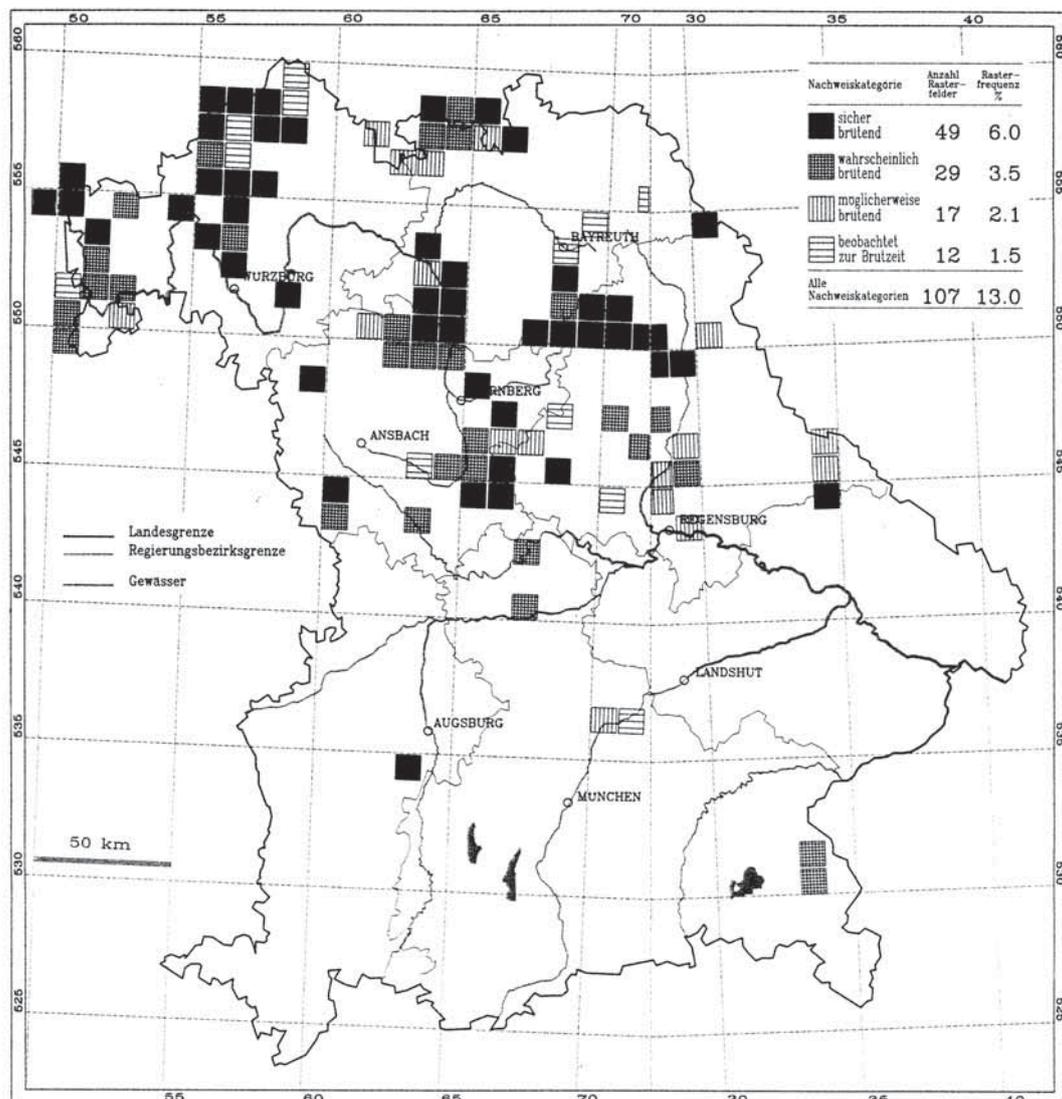


Abbildung 1/13

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.

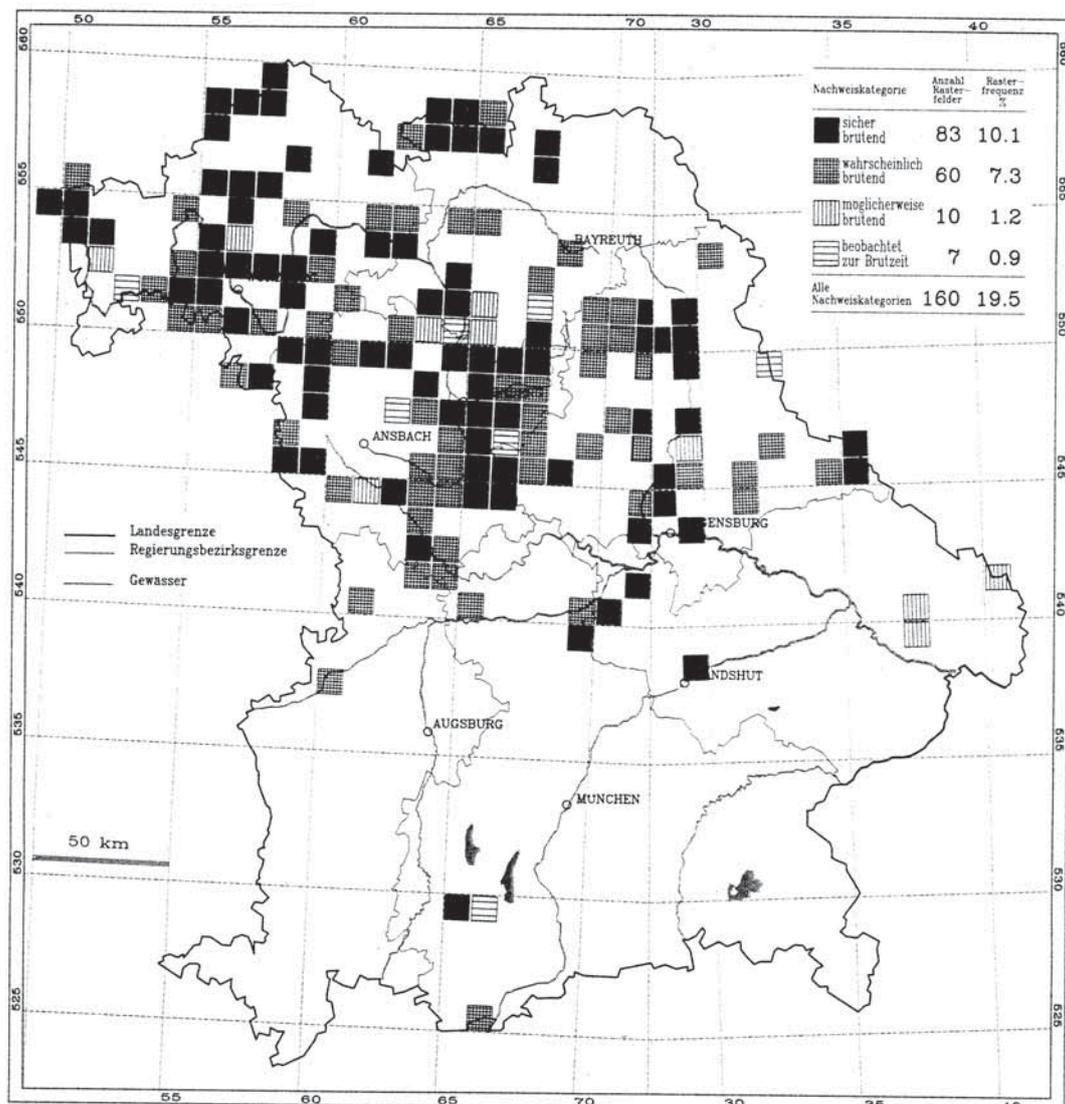


Abbildung 1/14

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".

Gefährdung:

- völliges "Zuförsten" 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:

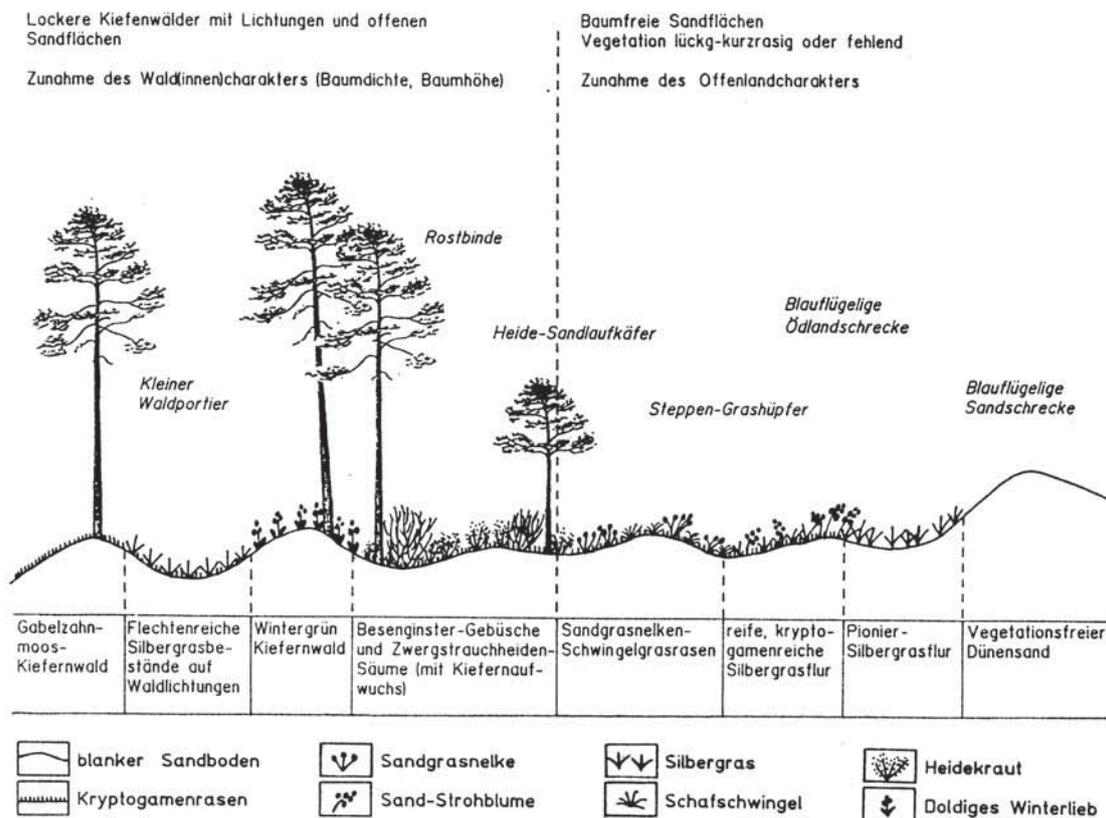


Abbildung 1/15

Einnischung ausgewählter Insektenarten in Sandrasen-Ökosysteme (eigener Entwurf)

53) fand diese Krötenart auf den Sandflächen des Brombachspeichers im Bereich trockener Sandrasen. Im Aلدorfer 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 artspezifische 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 ABSP WUG verzeichnet einen Nachweis von 1982.

Autökologie:

Typischer Falter besonnener, 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>	Blaüflügelige 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>	Blaüflügelige 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 Blaüflügelige 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 caerulelescens* 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 caerulelescens* 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 caerulelescens* 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 caerulelescens* und erst recht als *Sphingonotus caeruleans* in die "eigentlichen" Sandrasen und in Wegrand- und Schneisenbereiche lichter bis sehr lichter Kiefernwälder 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 Saumbiotope (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 Sekundärbiotope 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. Börstig) 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 Dünen sand. 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, Hasenklée. 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>Catoplatys 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	bei Sonnenschein und ist durch ihre "Sandsprenkelung" hervorragend getarnt. Man findet sie bereits in Initial- und Pionierstadien der Sandrasen, <i>Arctosa perita</i> 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.
<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 Gefäßpflanzenbedeckung** 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

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 Quarzgroß- 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 Ottenssoos 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 Schafzuchtungs 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.

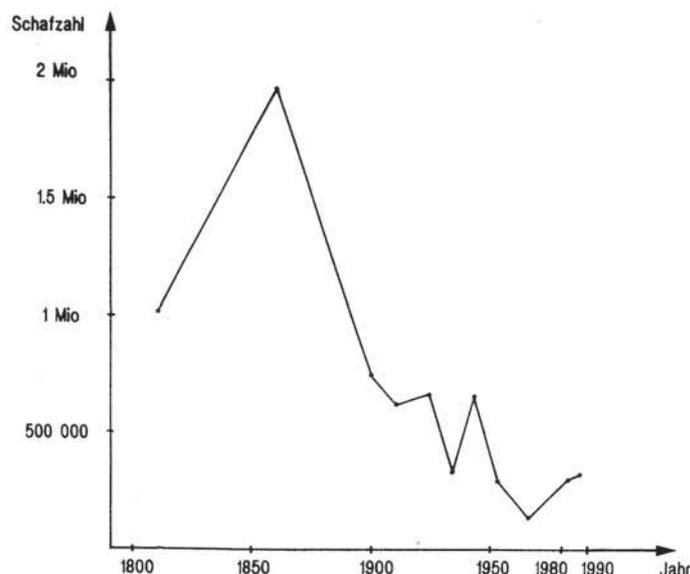


Abbildung 1/16

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

Bei der **Gemeinschaftschäferei** 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 Grundstückszersplitterung 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.

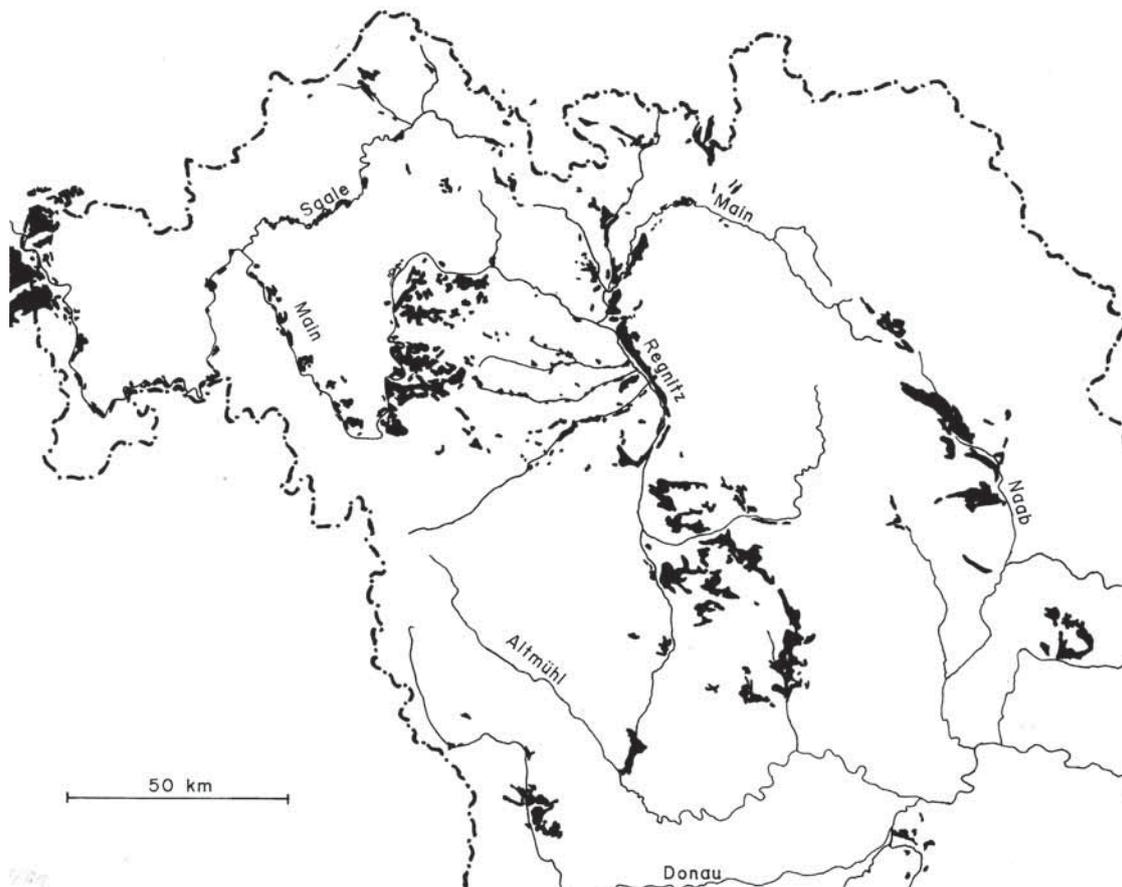


Abbildung 1/17

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

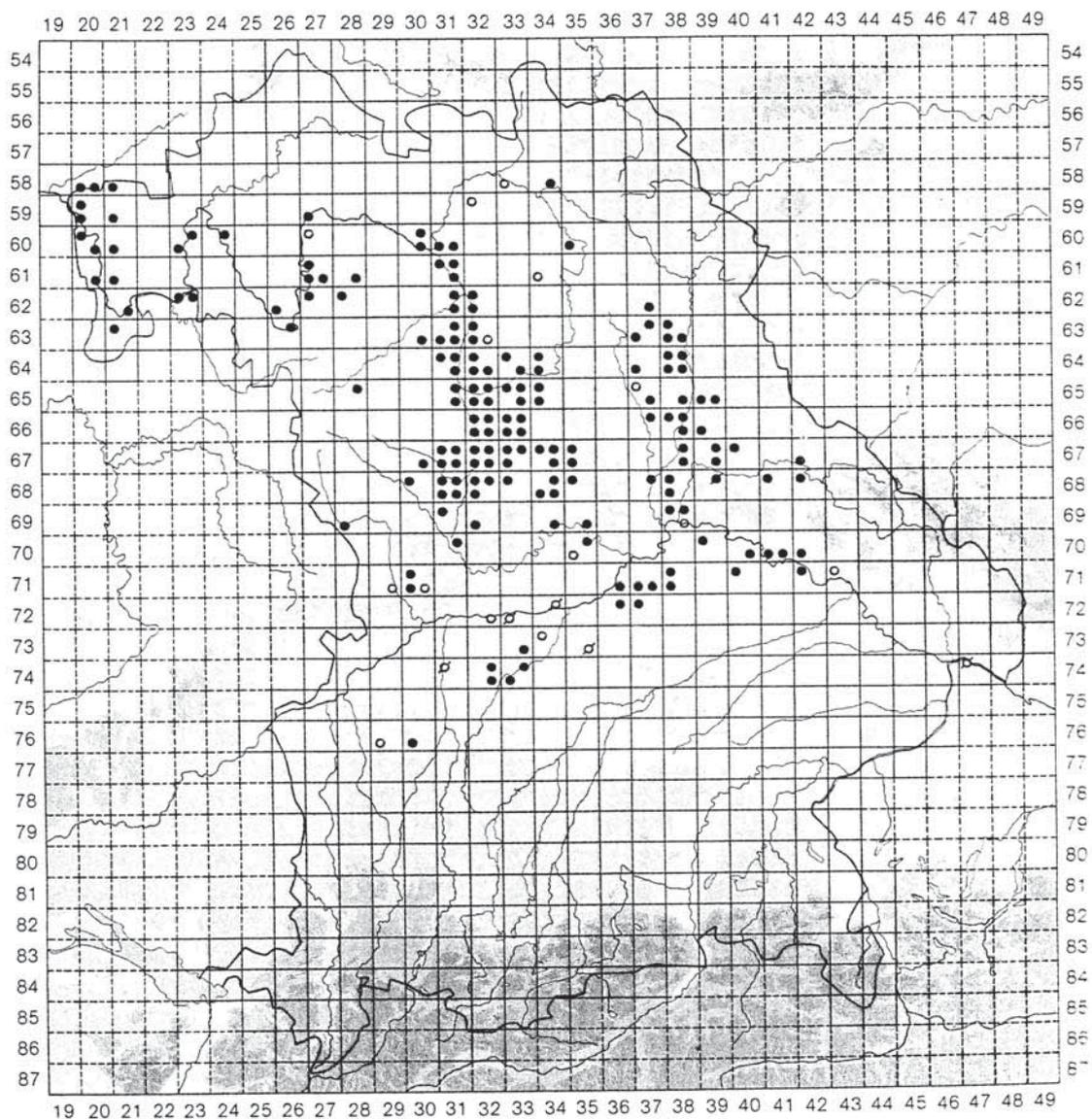


Abbildung 1/18

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 caerulescens* 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 GAGGERMEIER (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 (Heilsbrunn) 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 pflegerelevante 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 caerulea*) 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 Schrobenuhau-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. Landkreislände 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 Wending 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 subsp. 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 s. str.</i>	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 subsp. 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 Schwerpunktlebensraum 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 "Pferdstriebdüne" und "Pflege 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 konkurrenzwache "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 nigrurus*, *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 unbeschnittene, 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 Düentypen, 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);
- bebusste 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 Kiefernauflorungen, 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 Baubrachten 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 Böschungsansaaften.

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 Dolomitknockeiden 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 Biozönosen, 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 Auflassung 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 reicheren oder frischeren Abschnitten wie Abbausohlen mit "erdfrischen" Sanden, Abholzungsgebieten 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 ungelenkten 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).

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

Zitiervorschlag: 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)