

Landnutzung und Biodiversität – Beispiele aus Mitteleuropa

Jörg PFADENHAUER

Gliederung

1. Einleitung
2. Historische Betrachtung
 - 2.1 Situation
 - 2.2 Konsequenzen
3. Fallbeispiel Scheyern
 - 3.1 Grundlagen
 - 3.2 Prinzipien
 - 3.3 Ergebnisse
4. Fallbeispiel Nördliche Münchner Ebene
 - 4.1 Grundlagen
 - 4.2. Prinzipien
 - 4.3 Ergebnisse
5. Ausblick
6. Zusammenfassung
Literatur

1. Einleitung

In den verschiedenen europäischen Kulturlandschaften ist die Anzahl der pro Flächeneinheit vorhandenen Tier- und Pflanzenarten von der Art und Intensität der Landnutzungssysteme und von deren Geschichte in erheblichem Maß geprägt. Vom Menschen nicht geprägte und veränderte Ökosysteme haben wenigstens in Mittel-, West- und Südeuropa einen Flächennanteil von unter 5%, sodass Maßnahmen, die der Erhaltung der Artenzahlen dienen sollen, sich vor allem auf die genutzten Gebiete beziehen müssen. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass Naturschutz mehr ist als Reservatsschutz, also im Sinn eines integrierten Naturschutzes (PFADENHAUER 1996) auf der gesamten Fläche stattfindet und nicht nur in einigen wenigen Reservaten.

Eine der hier möglicherweise zielführenden Maßnahmen ist die Einrichtung von Biotopverbundsystemen; sie sollen in flächen- und linienhafter Form die Kulturlandschaft durchziehen und dafür sorgen, dass sich Arten unterschiedlicher Lebensraumansprüche zwischen den genutzten Flächen einmischen und ggf. sogar diese Strukturen als Wanderwege benutzen können (JEDICKE 1994). Dieser, aus den 70er Jahren stammende Ansatz einer Naturschutzstrategie, die das alte Vorrangflächenkonzept des klassischen Naturschutzes mit seiner Fokussierung auf Schutzgebiete ersetzen bzw. ergänzen sollte (z.B. RIEDL 1991), ist heute zu einem der wichtigsten Instrumente der bayerischen Naturschutzpolitik geworden; die Einrichtung von Biotopverbundsystemen, z.B. im Gebiet nördlich des Chiemsees zwischen der Egg-

stätt-Hemhofer und der Seeoner Seenplatte, wird auch vom Bayerischen Naturschutzfonds finanziell unterstützt und ist Programm im Rahmen der europäischen FFH-Richtlinie (DIANA 1998). Konkrete Vorstellungen zur Umsetzung liefert z.B. RINGLER (1999).

Biotopverbundsysteme sollen die seit der UN-Umweltkonferenz in Rio de Janeiro politisch hochgehandelte Biodiversität erhalten und/oder fördern. Ob und in welchem Ausmaß sie dies zu leisten vermögen, soll an einigen Beispielen aus der mitteleuropäischen Kulturlandschaft, bezogen auf die Artengruppe der Blütenpflanzen, geprüft werden. Eine erschöpfende Behandlung des Themas ist deshalb nicht möglich; sie müsste auch die übrigen, hinsichtlich Zahl und funktionaler Bedeutung weitaus bedeutenderen Artengruppen (Insekten, Pilze, Mikroorganismen) mit einschließen. Andererseits sind die höheren Pflanzen wegen ihrer Sichtbarkeit prägende Elemente eines Ökosystems und einer Landschaft, sodass sie mit einer gewissen Berechtigung als besonders wichtig für den Naturschutz gelten. Eine weitere Einengung des Themas ist die Beschränkung auf agrarisch genutzte Räume. Auch dies geschieht mit einer gewissen Berechtigung, weil die Landwirtschaft der flächenhaft bedeutendste Landnutzer ist und deshalb die Belange des Naturschutzes hier in aller erster Linie Berücksichtigung finden müssen.

Allerdings ist mit der Artenzahl als Artendichte (Anzahl Arten pro Flächeneinheit) nur ein geringer Teil der Diversität erfasst. Nach VAN DER MAAREL (1997, verändert) unterscheidet man Taxon-Diversität, genetische Diversität und biozönotische Diversität. Die Taxon-Diversität (als biologische Diversität im strengen Sinn) besteht aus der eben genannten Dichte, ferner dem Endemitenanteil (in % der Gesamtartenzahl), der Evenness (d.h. dem Grad der Gleichverteilung der Arten auf einer Fläche), sowie der α -, β - und γ -Diversität (als Up-scaling der Biodiversität von der Ebene der Population bis zur Ebene der Landschaft). Die genetische Diversität beschreibt die Anzahl von Allelen an einem Genort innerhalb und zwischen den Populationen. Die biozönotische Diversität als Diversität von Biozönoten in Landschaftsausschnitten umfasst die strukturelle Diversität (vertikale, horizontale Struktur; pflanzensoziologische Einheiten, physiognomische Einheiten, Dominanztypen) sowie die funktionale Diversität (d.h. die Anzahl von Pflanzenfunktio-

onstypen wie Lebensformen, Ausbreitungstypen usw. pro Flächeneinheit).

Dieses umfassende Konzept der (naturwissenschaftlich definierten) Biodiversität wird im öffentlichen Meinungsbild selten registriert; der (ähnlich wie „Ökologie“ politisierte) Begriff kommt in einer Form vor, die auf die Artendichte reduziert ist (allerdings durchaus auf unterschiedlichen Maßstabsebenen). Als politischer Begriff hat „Biodiversität“ normativen Charakter und wird so zum Wertmaßstab für umweltpolitisches Handeln. Große Artenzahlen (in der inhaltlich reduzierten Definition) sind „gut“, niedrige Artenzahlen „schlecht“. Damit entfernt sich die Diskussion von der fachlichen Basis des Naturschutzes, der ja auch andere schutzwürdige Elemente und Prozesse kennt, die dem Leitbild „große Artenzahlen“ diametral gegenüberstehen. Andernfalls wären Hochmoore oder bodensaure Wälder nicht mehr schutzwürdig. Hier zeigt sich, wie wichtig eine alle Schutzkriterien umfassende Naturschutzstrategie ist, die jede Einseitigkeit der Zielsetzung vermeidet, in dem sie offen am jeweiligen Objekt Vor- und Nachteile der verschiedenen Ziele diskutiert und dann die individuelle Entscheidung trifft. Der vorliegende Beitrag möchte auch hierzu ein wenig zur Versachlichung der Diskussion beitragen.

2. Historische Betrachtung

2.1 Situation

Die heutige Biodiversität in Mitteleuropa ist ohne Kenntnis der Geschichte der agrarischen Landnutzung nicht zu verstehen. Deshalb wird im folgenden auf zwei wichtige, die Pflanzendecke prägende Prozesse eingegangen, die als Basis für künftige Strategien einer biodiversitätsorientierten Naturschutzpolitik dienen können, nämlich erstens die Differenzierung der Nutzungsweisen und -intensitäten durch die geringen, den Landnutzern zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten (jedenfalls bis zur Einführung der mineralischen Dünger Mitte des 19. Jahrhunderts), und zweitens eine in wesentlichen Ausprägungen (nicht in allen) nicht-nachhaltige Bodennutzung vor allem in peripheren Räumen.

Zu den heute besonders schützenswerten Objekten der mitteleuropäischen Kulturlandschaft gehören Magerrasen auf feuchten und trockenen Böden (Trocken- und Halbtrockenrasen, Pfeifengraswiesen), Zwergstrauch- und Moorheiden, lichte Wälder (z.B. der größte Teil der Schneeheide-Kiefernwälder des Alpenrands), parkartig strukturierte Landschaften (wie die heute als Erholungsräume besonders interessanten ehemaligen Allmenden), ferner die Pflanzendecke in Dörfern mit einer Reihe alter Gewürz- und Heilpflanzen sowie die Ruderalflora auf Äckern und in den Städten, soweit es sich um Spezialisten nährstoffarmer und in irgendeiner Hinsicht extremer Standorte handelt. Alle diese Vegetationstypen sind das Ergebnis einer vorindustriellen Landnutzung, die

auf der Basis des Stands der technischen Entwicklung auf dem Subsidiaritätsprinzip beruhte. Ausdruck dieses Systems war die Dreifelderwirtschaft als eine ausgeklügelte Form der agrarischen Landnutzung (Abb. 1); sie führte zu einer kleinteiligen Nutzungsdifferenzierung der ortsnahen Dorfgemarkung in unterschiedliche Nutzungsweisen und -intensitäten und einer räumlichen und zeitlichen Verflechtung (KONOLD 1996).

Der ortsfornere Bereich der alten Allmende diente der Gewinnung der für die Produktivität des Gesamtsystems nötigen Nährstoffe. Organisches Material (Laubstreu, Humusaufgaben, Torf) holte man aus der Peripherie der Gemeindeflur (mit oft gleichzeitig weniger fruchtbaren Böden) und brachte es als Dünger mit oder ohne Umweg über die Ställe auf die Äcker des ortsnahen Bereichs der Gemarkung. Die Böden der Peripherie verarmten durch den ständigen Stoffentzug und unterlagen im hängigen Gelände sogar der Erosion. Fehlende Baumverjüngung, durch Verbiss der Weidetiere ließen schließlich nur alte, oft aber markante Baumgestalten übrig. In Landschaftsansichten von Malern des 17. bis 19. Jahrhunderts ist diese Situation gut erkennbar (MAKOWSKI & BUDERATH 1983).

Es besteht heute kein Zweifel, dass diese Art der vorindustriellen Landwirtschaft aus der Sicht des Bodenschutzes und der Nachhaltigkeit der agrarischen Landnutzung überwiegend negativ, aus der Sicht des Artenschutzes aber positiv zu bewerten ist. So kann man heute anhand von Grabungen nachweisen, dass mit rund 55% im 14. Jahrhundert (heute knapp 40%) zur Zeit der größten Ausdehnung des Ackerbaus, ausgelöst durch besonders intensive Niederschlagsereignisse, fast 16 Milliarden Tonnen Boden im Gebiet des heutigen Deutschlands abgetragen wurden, das sind knapp 6 cm auf die beackerte Fläche des Gebiets bezogen (BORK et al. 1998; Tab. 1). Solche Ereignisse wiederholten sich mehrmals im Lauf der Jahrhunderte (v.a. nochmals in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts), wenn auch nicht mehr in dieser Stärke. Es ist nicht verwunderlich, dass es im Gefolge der Abtragsereignisse zu katastrophalen Hungersnöten und Seuchen kam, von denen besonders die Beulenpest die Ursache für die spätmittelalterliche Wüstungsperiode wurde. Die Gesamtmasse der mittelalterlich-neuzeitlichen Bodenverlagerung von insgesamt 67 Mrd. t (= 40 Mrd. m³) findet sich in den Flussauen des Unterlaufs der großen Flüsse als braune Aueböden und im Meer.

2.2 Konsequenzen

Die Konsequenzen für die Diversität höherer Pflanzen sind bemerkenswert. Erosionsereignisse großflächigen Ausmaßes auf ackerbaulich genutzten Böden und der Nährstoffentzug in peripheren Gebieten der Allmende schufen produktionsarme, gehölzarme Flächen, die später auf den topographischen Karten des 19. Jahrhunderts als Ödland bezeichnet wurden.

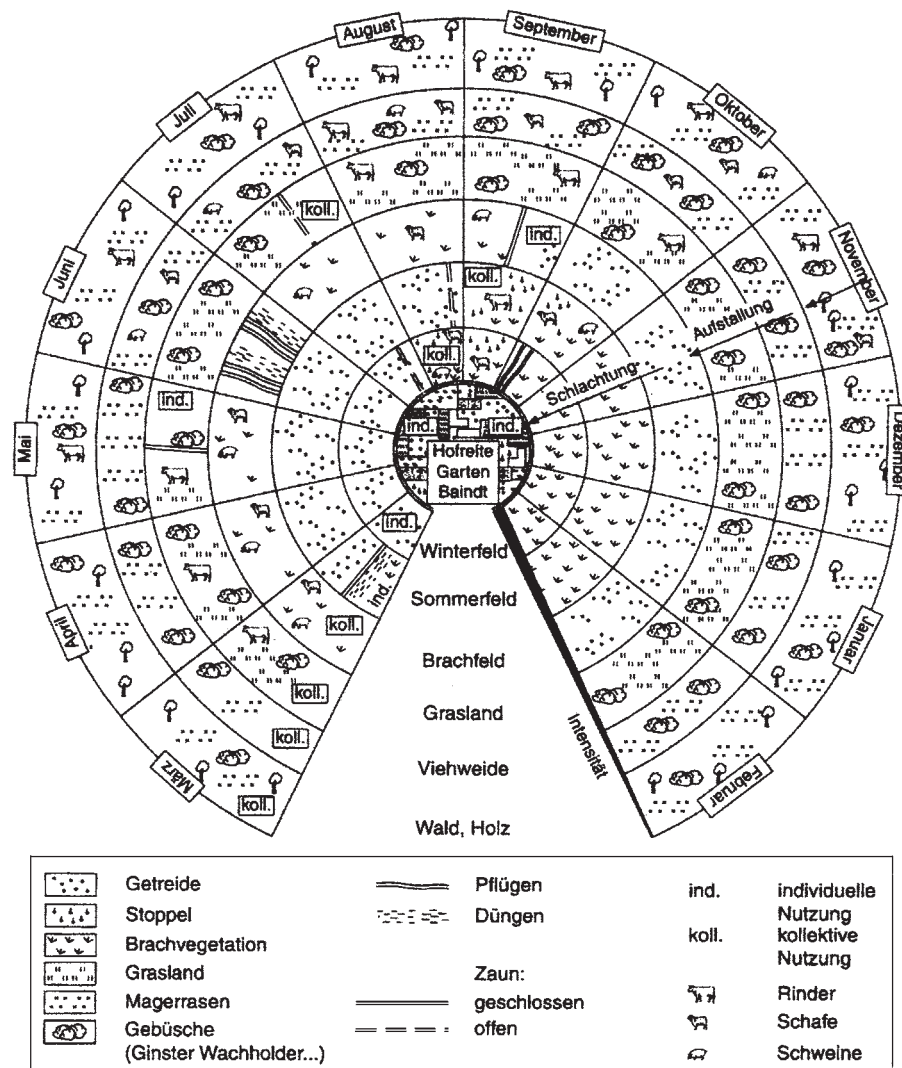


Abbildung 1

Historische Dorfmarkung mit Dreifelder-Wirtschaft (aus KONOLD 1996).

Tabelle 1

Ausmaß der mittelalterlich-neuzeitlichen Bodenerosion in Deutschland (ohne Alpenraum) aus BORK et al. 1998 (Tab. 4.10, S. 197).

Zeitraum (n. Chr.)	Ackerfläche (% der Gesamtfläche)	Erosions- gefährdetet Hangstandorte	Mittlerer Bodenabtrag		
			auf erosionsgefähr- deten Hangstandorten (mm a ⁻¹)	in der Gesamtfläche	
			(mm a ⁻¹)	(Mio. t a ⁻¹)	
650-660	5	3	00,5	0,002	0,9
750-759	7	5	00,5	0,003	1
900-909	18	14	0,1	0,01	8
1000-1009	20	16	0,1	0,02	9
1250-1259	51	42	0,3	0,1	70
1313-1318	55	46	7	3,2	1 900
1319-1341	54	45	2	0,9	500
1342	54	45	50	23	13 000
1370-1379	33	28	0,1	0,03	16
1420-1429	28	23	0,1	0,02	13
1520-1529	38	33	0,1	0,03	19
1608-1617	41	35	0,1	0,04	20
1650-1659	32	27	0,1	0,03	16
33	39	33	1	0,3	200
1870-1879	40	34	0,1	0,03	20
1961-1990	38	28	0,3	0,08	50

* Fläche der Bundesrepublik Deutschland ohne den Alpenraum (340 000 km²).

Es entstanden Rohböden, lichtreiche Offenlandschaften, weiche Übergänge zwischen Wald und Offenland sowie zwischen nährstoffreichen und nährstoffarmen Lebensräumen (biozönotische Diversität). Sie eröffneten denjenigen Arten neue Lebensräume, die Spezialisten für die Besiedlung nährstoffarmer, sonniger bis halbschattiger Biotope sind und Pioniereigenschaften besitzen (Taxa-Diversität). Vegetationsgeschichtlich ist dies in der Regel durch den Anstieg der Pollenzahlen von Degradationszeigern wie *Calluna vulgaris* und Compositen gut nachweisbar (POTT 1992). Zeitliche Nutzungsdifferenzierung (z.B. Dreifelderwirtschaft, Feldgraswirtschaft und Wald-Feld-Wechselwirtschaft in den Mittelgebirgen, langfristige Beweidung brachgefallener Wüstungen) mit rasch ablaufenden Entwicklungszyklen in Form einer Rotation eröffneten Arten, sich räumlich und zeitlich einzunischen und erzwangen eine differenzierte genetische Adaptation (genetische Diversität, funktionale Diversität).

Transportsysteme für Dünger, Nahrungsmittel, Weidetiere, verschiedene Handelsprodukte wie Wolle, Saatgut sorgten sowohl lokal als auch regional für den Transport von Pflanzenarten und ermöglichte der Flora Mitteleuropas, gleichsam überall präsent zu sein. Mit anderen Worten: Erosion und Degradation schufen zwar die potentiellen Wuchsorte beispielsweise für Magerwiesenarten; ohne einen effizienten Transport ihrer Diasporen wäre ihre Etablierung an solchen Stellen überhaupt nicht möglich gewesen. Ein Beispiel aus den agrarisch genutzten Räumen ist die Vielzahl von Düngerarten, die noch bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts verwendet wurde, wie Mist, Ploggen, Kompost, Torf, Gewässerschlam, Erde (Aushub), Kehrlicht, Ölkuchen, Wollabfälle und andere Abfälle, denen heute in der Regel nur mehr Gülle, Mineraldünger, Mist, Klärschlamm und die verkehrsbedingten N-Einträge aus der Luft gegenüberstehen (BONN & POSCHLOD 1998). Für die allgegenwärtige Präsenz von Ackerwildpflanzen war noch in der Zeit der verbesserten Dreifelderwirtschaft das Saatgut verantwortlich (SIEBEN & OTTE 1992). Die Wanderschäfferei als das Ergebnis der mittelalterlichen Wüstungsperioden (ABEL 1978) sorgte für die Verschleppung von Magerwiesenarten über Distanzen von mehreren hundert Kilometern (vgl. HORNBERGER 1959); nach Experimenten von FISCHER et al (1996) dürfte sie recht effizient gewesen sein. Die Verflechtung von Wäldern, Stand- und Fließgewässern, Heiden bzw. Mooren mit Äckern, Wiesen und Weiden und dem Dorfkern durch den Hin- und Hertransport von Material (Erntegut, Dünger) ermöglichte auch den Austausch von Arten (Abb. 2; POSCHLOD & BONN 1998). Heute sind diese Transporte stark verkürzt und durch die Mechanisierung der landwirtschaftlichen Bodennutzung wenig effizient (MAYER et al 1998).

Eine besondere Rolle spielen die Hemerochoren, also durch die Tätigkeit des Menschen absichtlich oder unabsichtlich eingeschleppte Arten. Soweit sie in der

Lage waren, sich einzubürgern, d.h. auf Dauer in Mitteleuropa zu überleben, stellen sie mit 30% Archäo- und rund 10% Neophyten einen beträchtlichen Anteil des Floreninventars Deutschlands (KORNECK et al. 1998). Der größte Teil davon sind Anökophyten, die den Schwerpunkt ihrer Verbreitung auf anthropogenen Standorten haben. Zu ihnen gehören auch viele einheimische Pflanzen, die aus Lebensräumen mit einer natürlichen regelmäßigen Störung stammen (Flussauen, Küsten, Gebirge). Sie sind insofern interessant, als sich viele von ihnen entweder direkt unter dem Druck der Landnutzung oder indirekt durch die selektionswirksamen neuen Standortbedingungen genetisch verändert haben und nicht mehr den Populationen ihres ursprünglichen Herkunftsortes bzw. ihrer Herkunftszeit entsprechen (KOWARIK & SUKOPP 2000). So unterscheidet man Anökophyten mit und ohne kultigene Merkmale, und innerhalb dieser beiden Gruppen archäophytische und neophytische Arten (Tab. 2). Zu ersteren gehören zum Beispiel alte Ackerwildpflanzen wie *Bromus secalinus* und *Setaria viridis*, aber auch *Pyrus*- und *Malus*-Sippen. Zu letzteren zählen viele eurasiatische Ursprungsarten (Relikte kaltzeitlicher Steppen) wie *Papaver rhoeas*, aber auch neophytische Einwanderer wie die ruderalen *Oenothera*-Sippen, oder einheimische Apomikten wie *Taraxacum*- und *Rubus*-Sippen. Artbildungsprozesse finden also direkt unter unseren Augen statt. So unterscheiden sich *Molinia caerulea*-Populationen des Paartals von solchen aus dem Freisinger Moos durch ihre um ca. zwei Wochen frühere Blütezeit (bestimmt im Gewächshaus unter völlig gleichen Kulturbedingungen), hervorgerufen durch ein zwischen beiden Orten unterschiedliches Streumahdregime (Abb. 3).

Zusammenfassend hatte die historische agrarische Landnutzung folgende Konsequenzen:

Für die Artendichte (Taxa-Diversität):

- Förderung der Artenzahl pro Flächeneinheit außerhalb von Naturwäldern
- Förderung der Ausbreitung durch räumlich/zeitliche Nutzungsdurchmischung
- Förderung der Einwanderung und Etablierung nicht heimischer Arten
- Förderung von eiszeitlichen Relikten (Tundren- und Steppen-Elemente)

Für die biozönotische Diversität (strukturelle Diversität):

- Förderung der Anzahl horizontaler, vertikaler und zeitlicher Nischen
- Erhöhung der Zahl von Vegetationstypen pro Landschaftsausschnitt

Für die biozönotische Diversität (funktionelle Diversität):

- Förderung von Arten mit Pioniercharakter
- Förderung der Ausbreitung durch regionale und überregionale Materialtransporte und Weidesysteme
- Förderung stresstoleranter, lichtbedürftiger, konkurrenzschwacher Arten
- Förderung von Hemikryptophyten

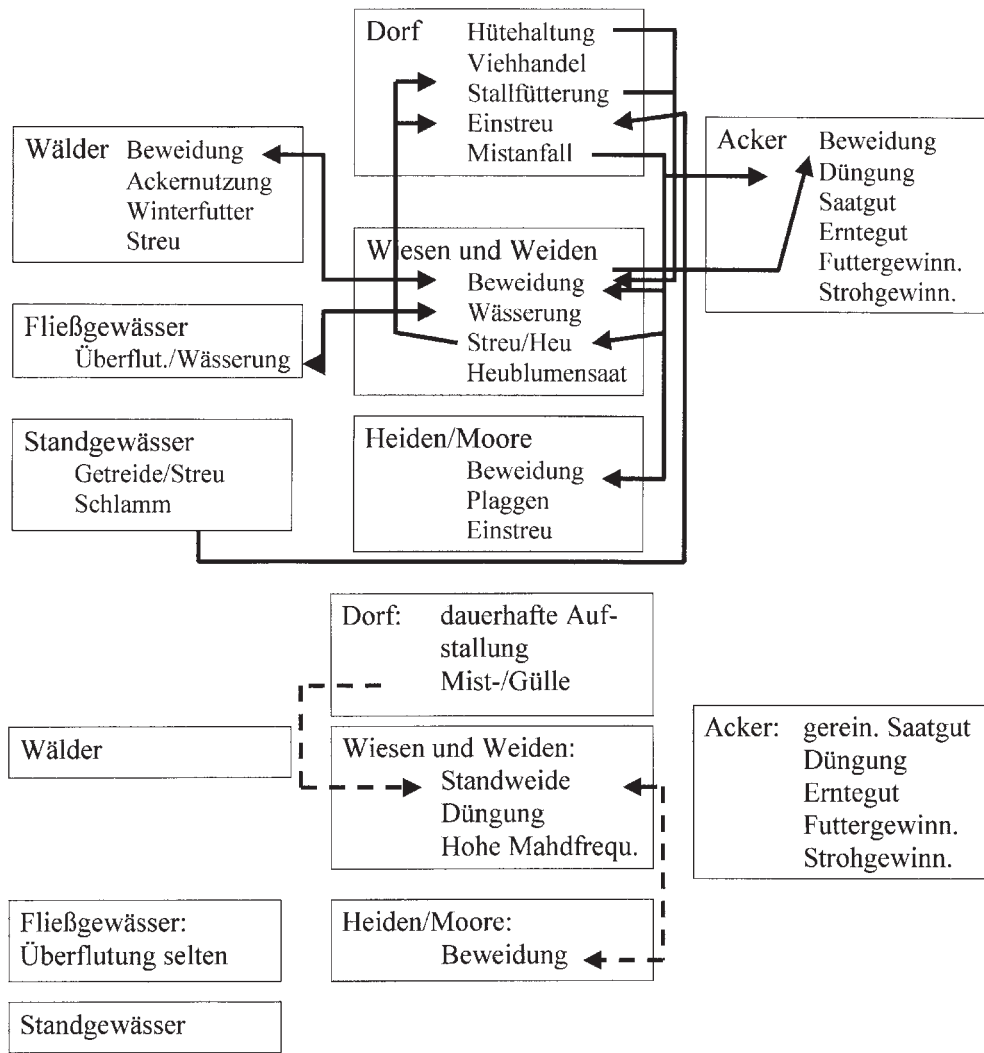


Abbildung 2

Ausbreitungsvektoren und -prozesse zwischen verschiedenen Ökosystemen einer historischen Kulturlandschaft (oben) und heute (unten). Vereinfacht nach POSCHLOD et al. (1997). Gestrichelte Pfeile = Transport vergleichsweise weniger Diasporen.

Tabelle 2

Differenzierung der Anökophyten nach ihrem Entstehungszeitraum und nach dem Vorhandensein kultigener Merkmale (aus KOWARIK & SUKOPP 2000, vereinfacht).

Entstehungszeitraum	Anökophyten mit kultigenen Merkmalen (konvergenter Entwicklungstyp)	Anökophyten ohne kultigene Merkmale (divergenter Entwicklungstyp)
Vor 1500 entstandene Anökophyten (archäophytisch)	Unkraut-Kulturpflanzen-Komplex. Beispiele: <i>Bromus secalinus</i> , <i>Avena fatua</i> <i>Setaria viridis</i> <i>Pyrus</i> -, <i>Malus</i> -, <i>Prunus</i> -Sippen	Eurasiatische Ursprungsarten: <i>Papaver rhoeas</i> , <i>Rumex alpinus</i> Mitteleurop. Ursprungsarten: <i>Poa annua</i> , <i>Stellaria media</i> Kosmopolitisch: <i>Cynodon dactylon</i>
Nach 1500 entstandene Anökophyten (neophytisch)	Unkraut-Kulturpflanzen-Komplex. Beispiele: <i>Panicum miliaceum</i> <i>Solidago</i> -Sippen <i>Aster</i> -Sippen	Ursprungsarten aus Amerika: <i>Oenothera</i> -, <i>Xanthium</i> -Sippen Ursprungsarten aus Ostasien: <i>Reynoutria x bohemica</i> Apomikten: <i>Taraxacum</i> -, <i>Rubus</i> -Sippen

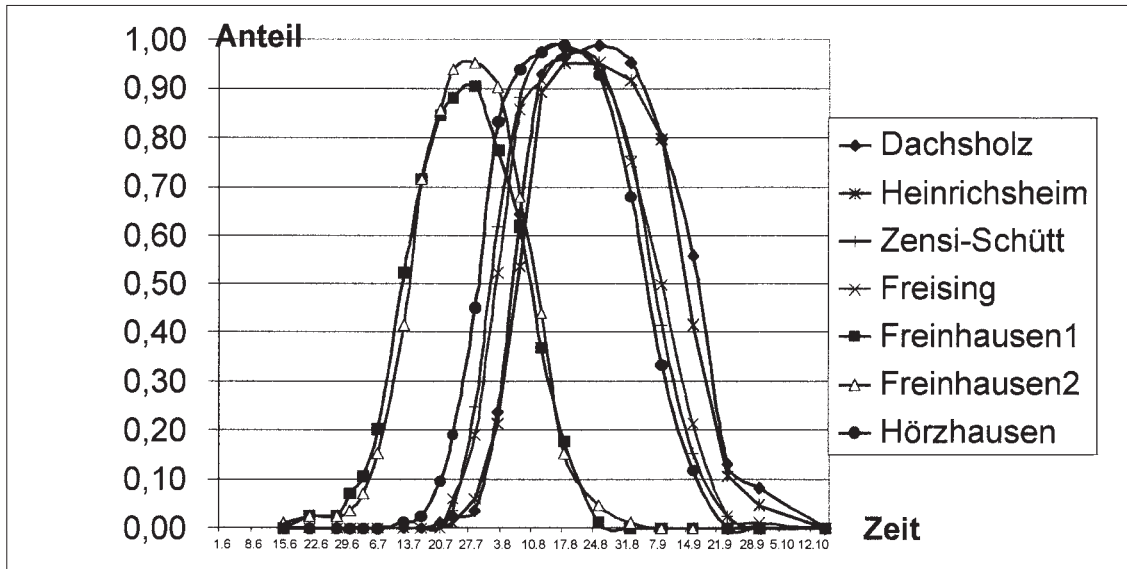


Abbildung 3
Anteil blühender Pflanzen von *Succisa pratensis* verschiedener Herkunft aus Südbayern in Reinkultur (nach GRÜNBAUER 2001, n.p.)

Für die genetische Diversität

- Selektion von an anthropogene Standorte angepasste Arten mit hoher Seltenheit in den wenigen störungsreichen Lebensräumen der Naturlandschaft
- Beschleunigung des Artbildungsprozesses bei einheimischen Arten und bei Hemerochoren

In Abb. 4 ist der Verlauf der Artenzahlen vom Ende der letzten Eiszeit bis heute für die Flora Mecklenburgs schematisiert wiedergegeben (FUKAREK 1988). Man erkennt daraus ein Maximum der Artenzahlen etwa um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhunderts. Es folgte ein rapider Artenrückgang, der insbesondere die weniger flexiblen Arten betraf, die verzögert oder gar nicht auf die raschen Veränderungen des Landnutzungssystem reagieren konnten. Dieser Artenschwund ist ausreichend oft und profund analysiert worden und in den Roten Listen dokumentiert. Ebenso sind die Gründe bekannt und die Hauptverursacher längst überführt (KORNECK et al. 1998). Die heutige Situation der Landschaft mit ihrem meist gleichmäßig hohem trophischen Niveau, der anthropogenen Phragmentation zusammenhängender schutzwürdiger Lebensräume in isolierte Restflächen und der Vereinheitlichung der Landnutzungssysteme steht einer Erhaltung der durch die vorindustrielle Landwirtschaft geschaffenen Vielfalt gegenüber. Es zeigt sich am Fall der landwirtschaftlichen Bodennutzung ein Missverhältnis zwischen dem Anspruch, die „Kulturlandschaft“ als Gemisch aus Wirtschaftsgut und Natur (KONOLD 1999) erhalten zu wollen und dem über die Subventionspolitik motivierten Zwang zur Produktionssteigerung. Dass sich heute durch die Arbeit der Landschaftspflegeverbände sowie durch den Vertragsnaturschutz eine Trendwende abzeich-

net, ist erfreulich; möglicherweise wird auch das durch BSE erschütterte Vertrauen der Verbraucher in zu billig erzeugte Nahrungsmittel einen Umschwung in der Landwirtschaft zu stärker umweltorientierter Nutzung erzeugen.

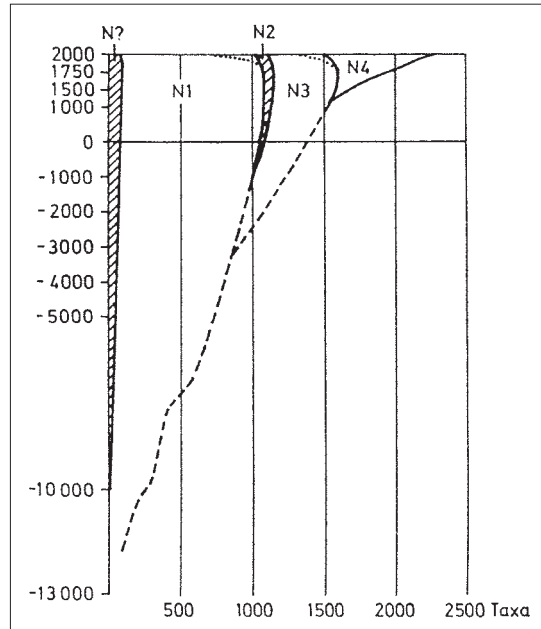


Abbildung 4
Natürliche und anthropogene Erweiterung der Flora Mecklenburgs (nach FUKAREK aus KOWARIK & SUKOPP 2000).

- N1 = 978 einheimische Sippen
- N2 = 69 Agriophyten
- N3 = 441 Epökophyten
- N4 = 727 Ephemerophyten.

Die gepunkteten Linien deuten den Artenrückgang an.

Jedenfalls bestehen ausreichend Chancen, in den Agrarlandschaften mithilfe einer neuen Agrarumweltpolitik die Biodiversität im o.g. Sinn zu erhalten oder zu erhöhen sowie die dazu nötigen Prozesse zu stärken. Dass dies in manchen Landschaften Mitteleuropas bereits geschieht, zeigen die Blauen Listen (GIGON et al. 1998). Dabei kann es nicht um eine Rückkehr zu historischen Zuständen gehen; sie sind weder wünschenswert noch möglich. Man kann aber aus den historischen Geschehnissen die Zusammenhänge zwischen Landnutzung und Biodiversität besser verstehen und mit diesen Kenntnissen künftige Entwicklungen im Sinn der Ziele eines integrierten Naturschutzes mitgestalten. Gesucht wird nach einer Lösung, die es erlaubt, die Produktivität landwirtschaftlicher Kulturen auf hohem Niveau zu stabilisieren, das Einkommen der Betriebe zusichern und gleichzeitig die noch bestehende Vielfalt zu erhalten bzw. durch Renaturierung (einschließlich Extensivierung) zu fördern. Im folgenden soll an zwei Fallbeispielen aus dem Forschungsgebiet des Verfassers dargelegt werden, wie die Neugestaltung von Agrarlandschaften aussehen könnte und welche Auswirkungen sie auf die Biodiversität hat.

3. Fallbeispiel Scheyern

3.1 Grundlagen

Der Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) wurde 1990 mit dem Ziel gegründet, allgemein als umweltschonend angesehene Verfahren der landwirtschaftlichen Betriebsweise auf ihre Auswirkung auf die Qualität schutzwürdiger Ressourcen zu testen und gegebenenfalls neue Verfahren zu entwickeln. Der FAM ist ein Zusammenschluss von Forschungsinstitutionen der Technischen Universität München und der GSF-Forschungsgesellschaft für Umwelt und Gesundheit, Oberschleißheim. Als Versuchsgelände wurde die landwirtschaftliche Betriebsfläche des Benediktinerklosters Scheyern, etwa 40 km nordöstlich von München im Naturraum „Tertiärhügelland“ angepachtet. Diese ist ein repräsentativer Ausschnitt einer mitteleuropäischen Agrarlandschaft mit vorwiegend Ackerbau, sodass die Ergebnisse des FAM mit einigen nötigen Modifikationen auf andere Landschaftsausschnitte ähnlichen Zuschnitts übertragbar sind.

Das Versuchsgelände wurde nach einer zweijährigen Vorphase nach den Prinzipien des integrierten Naturschutzes und planerischen Grundsätzen konsequent umgestaltet (ANDERLIK-WESINGER et al. 1995). Die Betriebsweise wurde umgestellt, und zwar so, dass auf der Hälfte mit den weniger fruchtbaren Böden nach den Richtlinien der Verbände des Ökologischen Landbaus, auf der anderen Hälfte (hoher Anteil an kolluvialen Böden) nach den Prinzipien des Integrierten Pflanzenbaus gewirtschaftet wurde. Dabei kommen alle derzeit zur Verfügung stehenden neuen Technologien zum Einsatz. Die Forschung

wurde integrativ aus verschiedenen Disziplinen konzipiert. Sie ist prozessorientiert und langfristig angelegt: Nach Umgestaltung bzw. Umstellung im Winter 1992/93 werden kontinuierlich Energieflüsse, Wasser- und Stofftransporte, Informationsflüsse (wie Ausbreitung von Genomen) und monetäre Flüsse bis zum Ende der Laufzeit des Projekts im Jahr 2003 untersucht. Die Veränderung des Landnutzungssystems ist eine Störung des bisherigen Gleichgewichts; sie erlaubt dem FAM die Untersuchung dieser Flüsse, während sich das Agrarökosystem auf ein neues Gleichgewicht zubewegt. Daraus lässt sich ableiten, ob die Umgestaltung des Versuchsgeländes und die Umstellung der Betriebsweise die Belastungen biotischer und abiotischer Ressourcen reduzieren und gleichzeitig die ökonomische Situation verbessern.

3.2 Prinzipien

Das Tertiärhügelland, in dem die 114 ha große Versuchsfläche des Klosters Scheyern liegt, umfasst 30% der gesamten Ackerfläche Bayerns. Charakteristisch sind ausgeprägte Bodenunterschiede in den vorherrschenden Parabraunerden auf kurzer Distanz (z.B. >50% Unterschiede im Tongehalt auf 100 m) und ausgeprägte asymmetrische Talformen mit in der Regel hoher Erosionsgefährdung unter einem sommerwarmen, durch häufige Gewitterregen gekennzeichnetem Klima (SINOWSKI & AUERSWALD 1999). Die Fläche wurde vom Kloster seit den 60er Jahren auf durchschnittlich 12 ha großen Schlägen intensiv ackerbaulich bewirtschaftet (Ölraps, Wintergetreide, Silomais; Abb. 5, links). Nach der Übernahme durch den FAM wurde sie im Rahmen einer Vorphase des Forschungsprojekts unter Beibehaltung der alten Schlageinteilung für zwei Jahre einheitlich bebaut (1991 Sommergerste, 1992 Winterweizen). Umgestaltung des Geländes und Umstellung der Betriebsweise im Winter 1992/93 führten zu einer völlig neuen Flächenaufteilung und Landnutzungsstruktur (Abb. 5, rechts): Der Ökologische Landbau (ÖL) umfasst insgesamt 68 ha (davon 31,2 ha Ackerland verteilt auf 14 Schläge) und hat eine Fruchtfolge aus Klee gras/Kartoffeln/Winterweizen/Winterroggen/Lupinen/Sonnenblumen. Der Integrierte Landbau (IL) wird auf 46 ha betrieben (davon 30 ha Ackerland verteilt auf 8 Schläge); die Fruchtfolge besteht aus Kartoffeln/Winterweizen/ Mais/Winterweizen. Der ÖL nutzt das Grünland für eine Herde von 30 Mutterkühen; der anfallende Mist aus der winterlichen Aufstallung dient als wirtschaftseigener Dünger. Im IL wird eine Bullenmast simuliert und Gülle ausgebracht.

Das planerische Konzept für die Umgestaltung des Versuchsgeländes (ANDERLIK-WESINGER et al. 1995) beruht auf dem Prinzip des integrierten Naturschutzes. Dementsprechend musste die Nutzung des Versuchsgeländes standortsspezifisch konzipiert werden. Wegen der Heterogenität des Geländes wurde die Schlaggröße verkleinert, und zwar unter Berücksichtigung der Fruchtfolgeglieder des jeweiligen Be-

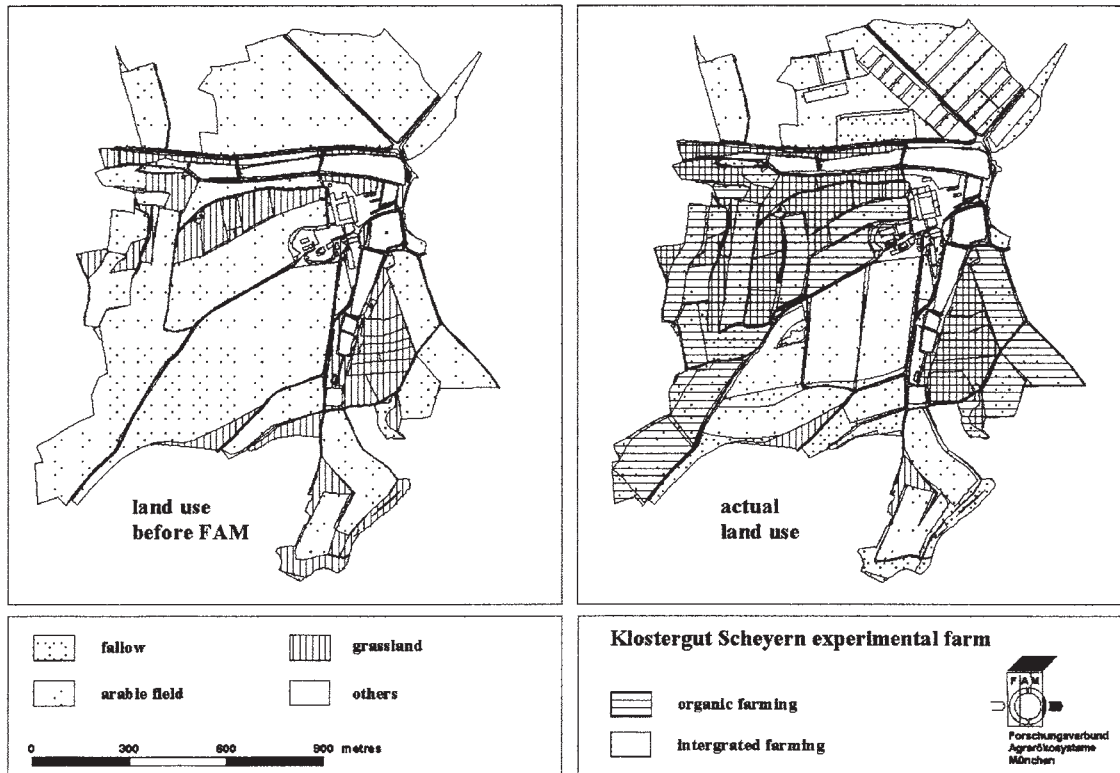


Abbildung 5

Struktur und Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Versuchsstation Klostergut Scheyern vor und nach der Umgestaltung bzw. Umstellung der Betriebsweise durch den FAM.

triebssystems. Um den damit verbundenen höheren Arbeitsaufwand wieder zu kompensieren, wurde die Schlagform maschinengerecht optimiert. Da die Variabilität der Bodeneigenschaften hangabwärts höher ist als quer zum Hang, wurden die Schläge höhenlinienparallel ausgerichtet. Dadurch gelang es gleichzeitig, die Bodenerosion zu verringern (Verkürzung der Hanglänge, Schlaggrenzen bei entsprechender Gestaltung als abtragbremsende Strukturen).

Schwer nutzbare Zwickel, besonders erosionsanfällige Steilhänge und Muldenzüge, in denen bei stärkeren Regenfällen Wasser abfließt, wurden zu Brachland. Die Brachevegetation sollte die Abflussgeschwindigkeit verringern, die Versickerung des Überschusswassers fördern, die Sedimentation von Feststoffen ermöglichen, die aus den angrenzenden Ackerschlägen ausgetragen werden, und so deren Eintrag in die Gewässer verhindern. Zusätzlich wurden Kompensationsstreifen an Bächen und Teichen angelegt, um den direkten Einfluss der Ackernutzung zu reduzieren. Entlang der Feldwege und zwischen den Ackerschlägen wurden bis zu vier Meter breite Streifen aus der Bewirtschaftung genommen und zu Grasland oder Hecken entwickelt. Die primär aus Gründen des Bodenschutzes angelegten Brachflächen sowie Feldraine, Wegränder und Hecken (lineare Landschaftsstrukturen) sollten als ein die Agrarlandschaft durchziehendes Netzwerk auch dazu dienen, die Lebensbedingungen für Fauna und Flora zu verbessern. Ins-

gesamt wurden mit diesen Maßnahmen 13,5% der Gesamtfläche im ÖL und 28,5% im IL als „Schutzland“ aus der Bewirtschaftung genommen.

Die grundsätzliche Überlegung bei der Konzipierung der ackerbaulichen Nutzung auf dem Versuchsgelände war es, den Boden im Sinn der Nachhaltigkeit als Schutzgut zu bewahren. Um seine Fruchtbarkeit zu erhalten (z.B. Vermeidung von Auswaschungsverlusten bei Nitrat) und jegliche Form der Erosion weitestgehend zu verhindern, wurden alle Bearbeitungsweisen dahingehend ausgerichtet, die Oberfläche während des ganzen Jahres mit Pflanzen abzudecken (Kulturpflanzen, Wildpflanzen, Zwischenfrüchte, Mulch). Die Konsequenz waren Einführung und Optimierung der Mulchsaat nach Zwischenfruchtanbau für Mais und Kartoffeln (KAINZ 1989) und als Folge davon die Reduzierung der Bodenbearbeitung auf das absolut notwendige Maß. Der Einsatz von Breitreifen (Vermeidung der Bodenverdichtung), Gülleausbringung mit Schleppschläuchen (Reduktion gasförmiger N-Verluste), Verzicht auf den Wendepflug sowie minimierte Bodenbearbeitungstiefe und -frequenz (Erhaltung der Bodenstruktur und des Bodenlebens), höhenlinienparallele Anordnung der Bifänge im Kartoffelanbau, Verzicht auf mineralische P- und K-Düngung im IL (Vorräte ausreichend für die nächsten 20 bis 30 Jahre; WEINFURTER 2000) sowie Einsatz von N-Düngern nach Entzug

und von Herbiziden nach Schadschwellen unterstützen das Konzept.

Das umfangreiche Messprogramm für die relevanten ökosystemaren Komponenten und Prozesse (Details s. PFADENHAUER et al. 1996, LÜTZOW et al. 1998) basiert auf einem Rasternetz mit der Seitenlänge von 50 m. Die rund 400 Rasterpunkte dienen der kontinuierlichen Untersuchung der Bodeneigenschaften, des Nährstoff- und Wasserhaushalts, des Ertragsgeschehens sowie der Vegetation und Fauna. Zusätzlich wurden Stationen für die kontinuierliche Messung der klimatischen Bedingungen sowie des Oberflächenabflusses, des Oberbodenabtrags und der Grundwasserneubildung eingerichtet.

3.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind vor allem im abiotischen Ressourcenschutz fulminant (AUERSWALD et al. 2000). So gelang es, Bodenabtrag, Oberflächenabfluss und Phosphataustrag fast völlig zu beseitigen. Was die Pflanzenwelt angeht, stieg die Anzahl der Pflanzenarten, auf die Rasterpunkte bezogen, signifikant fast in allen Flächen des Versuchsgeländes an (Tab. 3). Dagegen blieb die Gesamtartenzahl einigermaßen konstant: Sie betrug in der Vorphase (1992) 279 und lag fünf Jahre nach der Umgestaltung bei 289 (Abb. 6). Dieses Ergebnis zeigt, dass keine Arten von außen eingewandert sind. Bedenkt man, dass Samengehalte in der von den umliegenden landwirtschaftlichen Betrieben zugekauften Gülle äußerst gering sind und auch der Samentransport durch das an landwirtschaftlichen Maschinen haftende Bodenmaterial vernachlässigbar ist (MAYER et al. 1998), so ist dieser Sachverhalt auch nicht verwunderlich.

Innerhalb des Versuchsgeländes sind aber offensichtlich Artenwanderungen aufgetreten, die dazu geführt haben, dass Artenzahlen an Rasterpunkten angestiegen sind, die in den Acker- und Grünlandschlägen des ÖL sowie in den Brachen liegen. Hier hat sich die Reduktion der Nutzungsintensität deutlich bemerkbar gemacht. Allerdings handelt es sich zumeist um Ubiquisten und nicht um naturschutzrelevante

Spezialisten. Zu den Ubiquisten zählt beispielsweise *Taraxacum officinale* agg.; die anemochore Art ist überall auf dem Versuchsgelände präsent und fasste auf den Äckern des ÖL unmittelbar nach Verzicht auf Herbizidanwendung Fuß. Die Spezialisten unter den Ackerwildpflanzen, die unter extremeren Standortbedingungen zu gedeihen vermögen (wie die Magerkeitszeiger und Kältekeimer *Legousia speculum veneris*, *Papaver argemone*, *Veronica triphyllos*), haben sich bezeichnenderweise ausschließlich auf dem Gelände des ÖL halten können, soweit sie von Anfang an dort vorkamen. Sie nahmen an 49 Rasterpunkten zu, an 18 ab. Aus den Äckern des IL sind sie inzwischen fast völlig verschwunden. Hier nahmen sie (bis 1997) an 22 Rasterpunkten ab und nur an 11 zu. Der Grund ist eine effiziente Herbizidanwendung, die

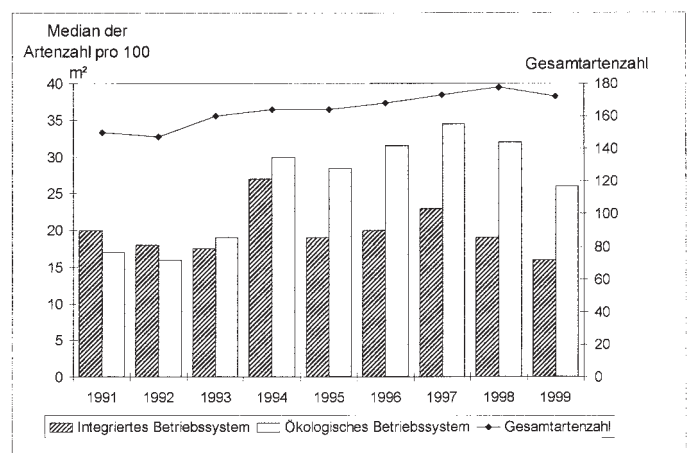
Tabelle 3

Veränderung der Artenzahlen pro Rasterfläche in den verschiedenen Nutzungssystemen des Kloster-guts Scheyern (nach AUERSWALD et al. 2000, verändert).

Nutzung	Anzahl Probeflächen	Anzahl Arten		Signifikanz
		1992	1997	
Ackerschläge				
Ökol. Landbau	129	17	32	***
Integrierter Landbau	129	19	19	n.s.
Brachflächen				
früher Ackerbau	26	18,5	39,5	***
früher Grünland	12	20	23,5	n.s.
Grünland (ökol. Landbau)				
Angesät	29	19	28	***
Weiden	42	25,5	32	***
Mähwiesen	25	28	40	***
Lineare Strukturen				
neu	6	20	30	n.s.
erweitert	8	24	31	n.s.
alt	6	35	32	n.s.
Gesamt	412	20	30	***

Abbildung 6

Entwicklung der Artenzahlen von Ackerwildpflanzen auf den Betriebssystemen des Ökologischen und des Integrierten Landbaus der FAM-Versuchstation Klostergut Scheyern von 1992 bis 1998 (nach BELDE, n.p.).



wegen der Anreicherung der Samen an der Bodenoberfläche bei pflugloser Bearbeitung notwendig wurde (ALBRECHT & MATTHEIS 1998).

Im Gegensatz zu Pflanzenarten hat sich die Umgestaltung des Versuchsgeländes bei Tieren in einer Zuwanderung von außen bemerkbar gemacht (AGRICOLA et al. 1996). So nahm die Zahl brütender agrarlandschaftstypischer Vogelarten in den ersten beiden Jahren nach der Umgestaltung 36 (1991/1992) auf 46 (1995) zu; die Zahl der Brutpaare stieg von 212 (1991) auf 339 (1995), wobei vor allem die auf Feldgehölze und auf die halboffene Agrarlandschaft angewiesenen Gilden von der Umgestaltung profitierten (LAUSSMANN & PLACHTER 1998). Einige wie der in der Region längst ausgestorben geglaubte Neuntöter (*Lanius collurio*) sowie Rebhuhn (*Perdix perdix*), Baumpieper (*Anthus trivialis*) und Wachtel (*Coturnix coturnix*) etablierten sich neu und bilden inzwischen stabile Populationen.

4. Fallbeispiel Nördliche Münchner Ebene

4.1 Grundlagen

Die Münchner Schotterebene ist der größte würmeiszeitliche Sander des Alpenvorlands nördlich der Alpen. Sie besteht aus bis zu 40 m mächtigen Schmelzwasserschottern und fällt von Süden nach Norden ab. Die Böden sind flachgründige Pararendzinen mit einem zwei bis drei Dezimeter mächtigen A-Horizont und einem Kiesanteil von rund 50%. Die Siedlungen folgen weitgehend dem Übergang zwischen der unfruchtbaren Schotterebene und den angrenzenden Niedermooren im Norden und Westen („Moosrain“) sowie den Isarauen im Osten („Isarrain“); sieht man von einigen später gegründeten Schwaigen ab, blieb die Schotterebene selbst siedlungsfrei. Sie war wohl bis zum Beginn menschlicher Sesshaftigkeit (frühe Bronzezeit; KOLLMANNBERGER 1973) von einem lockeren Waldbestand aus Eichen und Waldföhren bedeckt, in dessen Lücken sich zahlreiche dealpine und – als Relikte der postglazialen Kältesteppe – pontische Florenelemente behaupten konnten. Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts war das „G’fild“ allgemeines Weideland (Allmende), auf das Schafe, Rinder, Schweine, Geißen getrieben wurden. Diese Weidelandchaft wird von den ortsansässigen Bauern als Hart bezeichnet. Es entstand so eine weite, nur von einzelnen Gehölzinseln durchbrochene, von niedrigwüchsigen Kalkmagerrasen bedeckte Landschaft (Abb. 7 rechts). Noch 1850 erstreckten sich diese Heidewiesen im Münchner Norden über eine Fläche von schätzungsweise 15.000 ha. Ende des 19. Jahrhunderts wurde der „gemeine Grund“ an die einzelnen Hofbesitzer aufgeteilt. Seit etwa 1890 wurden Wiesen und Weiden großflächig umgebrochen, weil die nun zur Verfügung stehenden Mineraldünger auch die Kultivierung trockenen Ödlands zuließ. Ab ca. 1930 bis ca. 1970 wurden die meisten Äcker mit Klärschlamm ge-

düngt, was zur Krümenvertiefung und erhöhter Bodenfruchtbarkeit führte. Nur wenige Heidereste entgingen der Zerstörung; hierzu gehört das von der Bayerischen Botanischen Gesellschaft in weiser Voraussicht aufgekaufte heutige Naturschutzgebiet Garchinger Heide sowie floristisch inzwischen stark verarmte Flächen im ehemaligen Truppenübungsplatz Mallertshofer Holz (Abb. 7 links).

Seit 1994 wird auf der nördlichen Münchner Schotterebene ein Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben mit dem Titel „Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München“ durchgeführt (PFADENHAUER et al. 2000, KIEHL et al. 2001). Ziel ist es, Verfahren der Neuanlage der für dieses Gebiet charakteristischen Grasheiden auf bisher ackerbaulich genutzten Flächen als Arrondierung des NSG Garchinger Heide sowie als Trittsteine im Biotopverbund zum NSG „Mallertshofer Holz mit Heiden“ zu entwickeln. Träger ist der Heideflächenverein Münchener Norden e.V., der die Organisation und Durchführung des investiven Teils des E+E-Vorhabens übernommen hat (Flächenkauf bzw. -anpachtung, Durchführung der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen, Öffentlichkeitsarbeit usw.). Der wissenschaftliche Teil umfasst die Kontrolle der Vegetations-, Faunen- und Pilz-Entwicklung auf den Erweiterungsflächen sowie Untersuchungen zum Verhalten von Zielarten bei der Neubesiedlung.

Dem Vorhaben liegt eine Idee des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz aus dem Jahr 1991 (n.p.) zugrunde, die aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes für Süddeutschland floristisch und faunistisch besonders wertvollen Grasheiden zu erweitern, um den drohenden Rückgang von Pflanzen- und Tierarten zu stoppen. Dieser Rückgang betrifft vor allem die auf offene Bodenstellen angewiesenen Arten, unter denen sich auch Relikte der hochglazialen Wiesensteppen befinden (mit dem heutigen Verbreitungsschwerpunkt in den natürlichen Steppengebieten Osteuropas und Zentralasiens), und ist vermutlich auf die zu kleine Fläche des Schutzgebiets sowie auf Veränderungen des Pflegeregimes zurückzuführen. Die Idee wurde 1995 zu einem „Landschaftsplanerischen Konzept zur Entwicklung der Heiden im Norden von München“ (VALENTIEN und VALENTIEN & BURKHADT n.p.) ausgearbeitet. Es enthält neben der räumlichen Verknüpfung der Heidereste auch Vorschläge für die künftige Nutzung und Gestaltung der Nördlichen Münchner Ebene, die durch die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung sowie durch die überwiegend intensive landwirtschaftliche Nutzung als hoch belasteter Raum eingestuft werden kann, in dem dringend Handlungsbedarf besteht. Aus diesem Grund wurde das Heideprojekt durch weitere Forschungsvorhaben erweitert, die beispielsweise die Einbeziehung der Schäfereibetriebe in die landschaftliche Entwicklung vorsehen (WIESINGER & PFADENHAUER 1998) und Vorschläge für die Landnutzungsplanung machen (WIESINGER 2000).

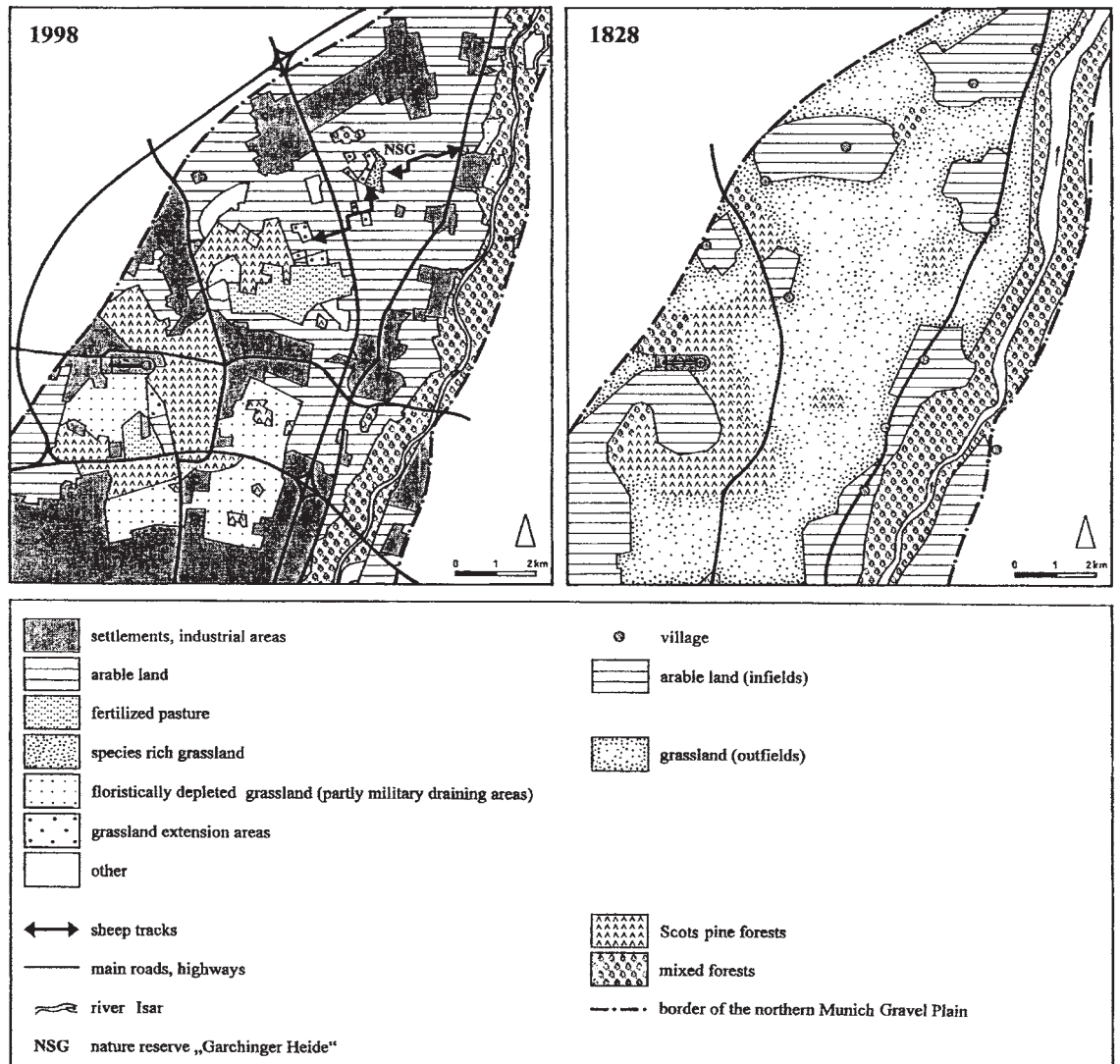


Abbildung 7

Zustand der nördlichen Münchner Schotterebene im Jahr 1928 und heute (1998). Unter Verwendung von Blatt Nr. 70 und 77 des Topographischen Atlas des Königreichs Bayern 1:50000.

4.2 Prinzipien

Im Zusammenhang mit der Förderung der Biodiversität im eingangs genannten Umfang sind vor allem folgende Aspekte des gesamten Forschungskomplexes relevant:

- **Heideerweiterung:** Bisher ackerbaulich genutzte Parzellen wurden vom Heideflächenverein gekauft, gepachtet oder von den Flächeneigentümern kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Flächen wurden mit frischem Mähgut aus dem NSG Garching Heide belegt (mit und ohne Bodenabtrag von ca 30 cm), ein autochthones Ansaatverfahren, das sich inzwischen hervorragend bewährt hat, um möglichst viele Heidearten zu übertragen.
- **Heideverbesserung:** Seit Jahrzehnten nicht mehr genutzte Heiden wurden unter Einbindung von Schäfereibetrieben wieder in ein Beweidungssystem integriert. Versuchsweise werden derzeit auch

lichte Flächen in alten Kiefernauflastungen im NSG Mallertshofer Holz beweidet. Da alle Heiden letztendlich durch Beweidung entstanden sind, werden auch alle neu geschaffenen Heideflächen in das Beweidungssystem mit einbezogen. Dieses ist eine stationäre Hühaltung mit Winter-einstallung und festen Pferchflächen außerhalb der Heiden. Die eingesetzten Tiere sind Merino-Landschafe, die zur Deckung des Grundfutterbedarfs auch gedüngte Weideflächen benötigen.

- **Heideverbund:** Die räumlich isolierten, d.h. durch Äcker und Verkehrswege getrennten alten und neuen Heideflächen wurden über 10 m breite Triebwege miteinander verbunden, sodass sie über den Diasporetransport im Fell der Weidetiere miteinander vernetzt sind. Die Schäfereibetriebe werden über das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm finanziell unterstützt.

Das Projekt, das eine Laufzeit von neun Jahren hat (1994 bis 2002), besteht aus den Teilen Vegetation/Flora/Koordination, Fauna und Mykologie. Das Teilprojekt Vegetation/Flora untersucht die Effizienz verschiedener Ansaatvarianten sowie die Verhaltensmuster repräsentativer Zielarten bei der Etablierung auf den neu geschaffenen Heideflächen. Das Teilprojekt Fauna hat zum Ziel, anhand der Laufkäfer- und Springschreckenfauna als Leitartengruppen a) die Auswirkungen der Vergrößerung des Naturschutzgebietes und den Einfluss der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen auf Artenspektrum und Populationsgröße sowie b) die Art und Intensität des Individuenaustausches zu untersuchen. Teilprojekt Mykologie bearbeitet die Großpilzflora auf dem Naturschutzgebiet Garching Heide, prüft den Mykorrhizierungsgrad von Heidepflanzen bei der Neuansiedlung und erprobt Techniken zur Neuansiedlung von Pilzen durch Ausbringung von vorkultivierten Myzelien. Die Methoden sind in PFADENHAUER et al. (2000) im einzelnen erläutert.

4.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Projekts sind, soweit sie bisher vorliegen, in zweierlei Hinsicht für die künftige Gestaltung einer Agrarlandschaft von Bedeutung: Erstens zeigte sich schon nach kurzer Laufzeit, dass es möglich ist, historisch bedingte (anthropogene) Biozönosen sozusagen zu reproduzieren und an anderer Stelle neu zu etablieren. Zweitens ist die dauerhafte Erhaltung solcher neu geschaffener Flächen nur möglich, wenn sie in ein entsprechend angepasstes Landnutzungssystem eingebunden werden können. Dieses Landnutzungssystem kann und darf nicht die historische Situation imittieren, es muss vielmehr den derzeitigen und – soweit überhaupt vorhersagbar – künftigen sozioökonomischen Rahmenbedingungen entsprechen.

Die erfolgreiche Etablierung der Grasheiden der nördlichen Münchner Ebene auf ehemaligen Acker-

flächen ist durch die Ergebnisse aller drei oben genannter Teilprojekte belegt. Die Übertragung von autochthonem Mähgut hat sich als Ansaatmaßnahme bestens bewährt; denn das Material enthält ein breites Spektrum an Zielarten, enthält häufige (Matrix-) Arten ebenso wie seltene Relikte und ist in seiner genetischen Konstitution optimal an die lokalen Standorts- und Nutzungsbedingungen angepasst. Mit dem Mähgut wird auch die gesamte, in den Spenderpopulationen vorhandene genetische Varianz transferiert (GRÜNBAUER n.p.). Der Übertragungserfolg lag zwischen 70 und 95% aller im Mähgut in Form von keimfähigen Samen nachgewiesenen Arten (Tab. 4). Pflanzen, die nicht übertragen werden konnten (wie beispielsweise solche, die lang vor oder nach der Mähgutgewinnung fruchten) müssen entweder gärtnerisch vermehrt und dann ausgepflanzt oder durch eine vor- oder nachgeschaltete Mahd erfasst werden.

Über die Effizienz entscheidet aber auch die Qualität der Empfängerflächen. Die Simulation der mittelalterlichen Oberbodenerosion durch künstlichen Oberbodenabtrag hat sich erwartungsgemäß als besonders effizient erwiesen. Xerophile (also heidetypische) Laufkäfer und Springschrecken siedelten sich ebenso wie konkurrenzschwache Xerophyten und für Magerrasen charakteristische (saprophytische) Großpilze am nachhaltigsten auf den Abtragungsflächen an. Die nicht abgetragenen Ackerbrachen bieten zwar schon zwei Jahre nach dem Mähgutauftrag ein sehr buntes und daher attraktives Bild, womit man den Erfolg des Projekts gut der Öffentlichkeit verkaufen kann; in Wirklichkeit handelt es sich aber um mehr oder weniger hochwüchsige Stauden und Leguminosen (wie *Buphthalmum salicifolium*, *Coronilla varia*), während die exklusiven Arten zumindest ohne Mahd oder Beweidung als Aushagerungsmaßnahme eher geringe Etablierungschancen haben (KIEHL et al. 2001).

Tabelle 4

Anzahl und prozentualer Anteil der durch Mähgut übertragenen und bis 1998 etablierten Arten (bezogen auf die im Mähgut mit reifen Samen vorhandenen Arten = potentiell übertragbare Arten) **auf verschiedenen Flurstücken mit und ohne Bodenabtrag**, berechnet auf der Basis der untersuchten Dauerflächen (aus KIEHL et al. 2001).

Untersuchungsfläche	506	506 A	508	520	520 A	2526	gesamt
Bodenabtrag	ohne	mit	ohne	ohne	mit	ohne	
Mähgutauftrag	3 x	1 x	1 x	1 x	1 x	1 x	
Verhältnis Spender- zu Empfängerfläche	5:1	2:1	2:1	2:1	3:1	4:1	
Anzahl der durch Mähgut übertragenen Und bis 1998 etablierten Pflanzenarten	55	48	51	48	55	60	87
Anzahl im Mähgut vorhandener, aber Nicht etablierter Arten	21	7	11	8	10	6	6
Prozentualer Anteil der übertragenen (bis 1998 etablierten) Arten	72 %	87 %	82 %	86 %	85 %	91 %	94 %

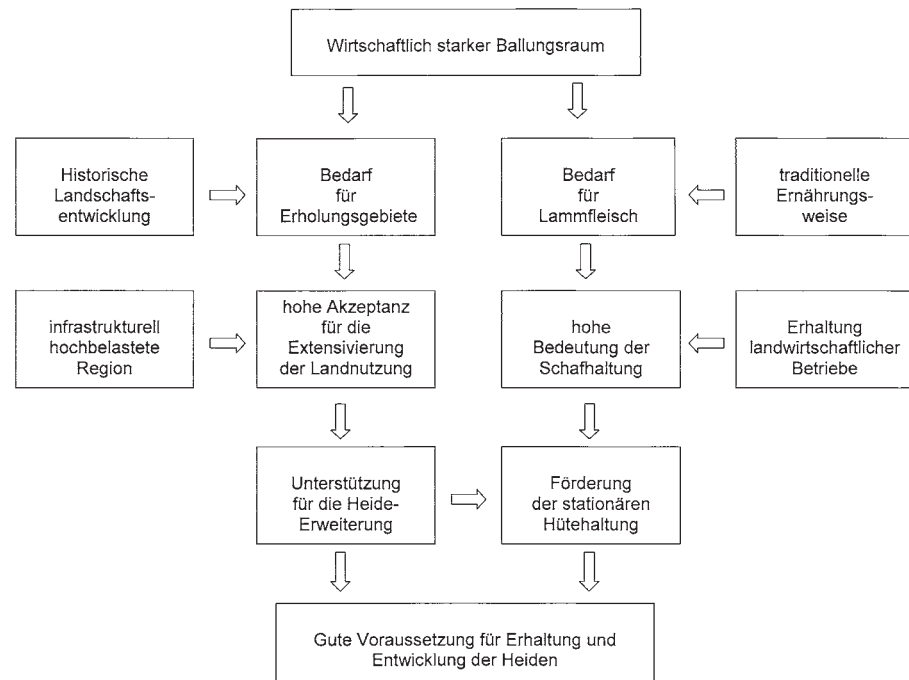


Abbildung 8

Modell für die Heideentwicklung auf der nördlichen Münchener Schotterebene (aus PFADENHAUER 2000).

Die Einbindung der neuen und alten Heideflächen in das Landnutzungssystem (im Sinn eines integrierten Naturschutzes) ist die zweite Säule, auf der die naturschutzoptimierte Konzeption der nördlichen Münchner Ebene beruht. Das gilt für die Wiederaufnahme der Beweidung auf den brachgefallenen Heidewiesen ebenso wie für das Biotopverbundsystem. Die Weideführung auf den Flächen des Mallertshofer Holzes lässt nach bisherigen Ergebnissen hoffen, dass durch die fraßbedingte Schwächung des durch Brache und/oder Nährstoffzufuhr dominant gewordenen Rhizomgeophyten *Brachypodium rupestre* die eigentlichen Zielarten wieder eine Chance erhalten – jedenfalls sofern sie wenigstens in der Samenbank noch vorhanden sind. Andernfalls müssen sie auch hier durch Ansaat oder Pflanzung neu etabliert werden. Die Triebwege sorgen außerdem dafür, dass ein Samentransport von Heidearten möglich wird. Damit ist der Biotopverbund nicht nur optisch als lineare, landschaftgliedernde Struktur sichtbar, sondern hat als Transportweg auch Vernetzungsfunktion.

Das Heideprojekt weiter zu entwickeln ist langfristig nur möglich, wenn es gelingt, die naturschutzpolitischen Ziele in die Landnutzungssysteme der nördlichen Münchner Ebene einzubinden (Abb. 8). Außerhalb des besiedelten Bereichs stehen land- und forstwirtschaftliche Nutzung einerseits und Naherholung andererseits an erster Stelle für eine Integrationspolitik. Im Fall der Naherholung wird es zunehmend wichtiger, die örtliche Bevölkerung über akzeptanzfördernde Maßnahmen (z.B. Lockerung von Betretungsverboten) in das Heideprojekt einzubeziehen. Alternativen zu den derzeit bestehenden Formen der

agrarischen Bewirtschaftung sind die Umwandlung mancher konventioneller Marktfruchtbetriebe in Betriebe des ökologischen Landbaus, deren Produkte sich in dem Ballungsraum besser absetzen lassen als irgendwo in ländlichen Räumen. Dann hätten auch die Reste der Ackerwildpflanzenflora der Kalkäcker noch eine Chance (s. Fallbeispiel 1). Im Zentrum des Projektgebietes stehen aber die Schäfereibetriebe. Da sie für die Erhaltung und Entwicklung der Grasheiden unverzichtbar sind, müssen sie sorgsam gepflegt werden, um sie im Gebiet zu halten. Einer drohenden Aufgabe muss mit allen Mitteln entgegengewirkt werden. Hier haben auch lokale Vermarktungsstrategien für Lammfleisch ihren Platz. So könnte die nördliche Münchner Ebene im Lauf der kommenden Jahrzehnte ein Beispiel dafür werden, wie die Ziele des Naturschutzes und die Nutzungsansprüche der Gesellschaft in einem ballungsgebietsnahen, hochbelasteten Raum zu einem integrierten Gesamtkonzept verschmelzen können.

5. Ausblick

In Kulturlandschaften bestimmen Art und Intensität der Landnutzungssysteme die Diversität von Arten und Lebensgemeinschaften oft in höherem Maß als die Standortvariabilität. Die beiden Fallbeispiele zeigen, dass biodiversitätsfördernde Maßnahmen in der Agrarlandschaft nötig und möglich sind. Artenzahlen pro Flächeneinheit werden allein schon durch die Anreicherung eines vorher einheitlich strukturierten Gebiets mit linearen Landschaftselementen erhöht. Allerdings werden dadurch fast ausschließlich Ubiquisten gefördert, also Arten mit breiter öko-

logischer Valenz und einer flexiblen Etablierungsstrategie, die ihnen eine Ansiedlung auf verschiedenen Standorten und unter unterschiedlichen Konkurrenzbedingungen erlaubt. Beispiel ist der Anökophyt *Taraxacum officinale* mit einer Vielzahl von (vermutlich ständig neu entstehenden) Ökotypen.

Historische Landschaftsanalysen lehren allerdings, dass häufig gerade nicht-nachhaltige Nutzungsweisen die Vielfalt von Strukturen und Taxa erhöhen. Ohne dass Extremstandorte neu geschaffen werden, bleiben deshalb die Chancen für die Ansiedlung von spezialisierten und daher eher seltenen (oft auch gefährdeten) Arten begrenzt. Radikale Eingriffe beispielsweise zur Senkung der Nährstoffvorräte, wie sie der Abtrag eines nährstoffbefruchteten Oberbodens darstellt, sind jedenfalls für solche Spezialisten angebracht, die anders nicht erhalten oder in dem nötigen Umfang gefördert werden können.

Ohne die Etablierung von Prozessen, die dafür sorgen, dass Arten wandern können und damit ein Genaustausch zwischen isolierten Populationen möglich wird, bleibt die Ansiedlung von Arten und Biozöosen durch Renaturierungsmaßnahmen wie Ansaat oder Anlage von Verbundsystemen nur eine vorübergehend wirksame (statische) Naturschutzstrategie. Wünschenswert wäre somit ein System von Vektoren, die Diasporen transportieren können. Ein solches System können Fließgewässer mit natürlicher oder wiederhergestellter Hochwasserdynamik sein, aber auch extensive Weidesysteme. In Ermangelung solcher Transportmedien muss der Mensch durch Ansaat oder Pflanzung eingreifen, wenn das Ziel die Erhaltung der gesamten regionaltypischen Flora sein soll. Biodiversität muss in Kulturlandschaften zu einer eigenen, honorierbaren Aufgabe von Landnutzungssystemen werden

6. Zusammenfassung

In den europäischen Kulturlandschaften ist die Biodiversität in all ihren Formen (Taxa-Biodiversität, genetische Diversität, biozönotische Diversität) von den verschiedenen Landnutzungsweisen und ihrer Intensität abhängig. Flächenmäßig am bedeutendsten ist die agrarische Landnutzung, deren Einfluss auf Vielfalt von Arten und landschaftlichen Strukturen allerdings einem beträchtlichem zeitlichem Wandel unterlag. Während die hochtechnisierte moderne Landwirtschaft zu einer Vereinheitlichung auf hohem trophischem Niveau geführt hat, trug die vorindustrielle Landwirtschaft eher zu einer Diversifizierung der Landschaft bei. So bestand die Dorfgemarkung während der klassischen Dreifelderwirtschaft aus einer Vielzahl unterschiedlich intensiv genutzter Felder, die sich entlang eines Kultur- und Trophiegradienten anordneten. In der weiter vom Dorf entfernten Allmende („outfields“) entstanden durch permanenten Stoffentzug, unterstützt durch katastrophale Erosionsereignisse, Magerstandorte, die vielen anspruchslosen, konkurrenzschwachen Pflanzenarten Lebens-

raum boten. Weit verbreitete extensive Weidesysteme („Transhumanz“) sorgten für die Ausbreitung einheimischer Arten über hunderte von Kilometern Distanz und ermöglichten, dass sich auch eingeschleppte Hemerophyten überall ansiedeln konnten. Verglichen mit einer nicht genutzten (freilich hypothetischen) mitteleuropäischen Landschaft erhöhte die vorindustrielle, auf dem Subsidiaritätsprinzip beruhende, eher nicht nachhaltige, oft sogar raubbauartig betriebene Landwirtschaft die Diversität beträchtlich, allerdings um den Preis einer verarmten ländlichen Bevölkerung und regelmäßig wiederkehrenden Hungersnöten.

Die heutige Situation der Landschaft mit ihrem meist gleichmäßig hohem trophischen Niveau, der anthropogenen Fragmentation von Restlebensräumen und der Vereinheitlichung der Landnutzungssysteme steht einer Erhaltung der durch diese vorindustrielle Landwirtschaft geschaffenen Vielfalt entgegen. Da eine Rückkehr zu solchen Verhältnissen weder möglich noch wünschenswert ist, wird derzeit nach einer Lösung gesucht, die es erlaubt, Produktivität landwirtschaftlicher Kulturen auf hohem Niveau zu stabilisieren, das Einkommen der Betriebe zu sichern und gleichzeitig die noch bestehende Vielfalt zu erhalten oder durch Renaturierung (inklusive Extensivierung) sogar zu fördern. Anhand von zwei Beispielen werden mögliche Lösungswege für eine derartige Gradwanderung aufgezeigt. Es erweist sich als notwendig, umweltpolitische Ziele wie Erhaltung und Förderung einer (der jeweiligen landschaftlichen Situation entsprechend) hohen Biodiversität in die Landnutzungssysteme zu integrieren und je nach naturräumlicher Situation nach individuellen Wegen zu suchen.

Literatur

- ABEL, W. (1978): Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- AGRICOLA, U.; J. BARTHEL, H. LAUSSMANN & H. PLACHTER (1996): Struktur und Dynamik der Fauna einer süddeutschen Agrarlandschaft nach Nutzungsumstellung auf ökologischen und integrierten Landbau.- Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 26: 681-692.
- ALBRECHT, H. & A. MATTHEIS (2000): The effects of organic and integrated farming on rare arable weeds on the FAM research station in Southern Bavaria.- Biological Conservation 86: 347-356.
- ANDERLIK-WESINGER, G.; M. KAINZ & J. PFADENHAUER (1995): Integrierte Naturschutzplanung auf dem FAM-Versuchsgut Scheyern.- Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 24: 507-515.
- AUERSWALD, K.; H. ALBRECHT, M. KAINZ & J. PFADENHAUER (2000): Principles of sustainable land use systems developed and evaluated by the Munich Research Alliance on Agroecosystems (FAM).- Petermanns Geographische Mitteilungen 144: 16-25.

- BONN, S. & P. POSCHLOD (1998):
Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- BORK, H.-R.; H. BORK, K. DALCHOW, B. FAUST, H.-P. PIORR & T. SCHATZ (1998):
Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Justus Perthes-Verlag, Gotha.
- DIANA, O. (1998):
Natura 2000: Bedeutung und Perspektiven des Netzes.- *Naturpaz* 87:7
- FISCHER, S. F.; P. POSCHLOD & B. BEINLICH (1996):
Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands.- *J.Appl.Ecol.*33: 1206-1222.
- GIGON, A.; R. LANGENAUER, C. MEIER & B. NIEVERGELT (1998):
Blaue Listen der erfolgreich erhaltenen oder geförderten Tier- und Pflanzenarten der Roten Listen – Methodik und Anwendung in der nördlichen Schweiz.- *Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich Stiftung Rübel* 129: 137 S.
- HORNBERGER, T. (1959):
Die kulturgeographische Bedeutung der Wanderschäferei in Süddeutschland.- *Forschungen zur deutschen Landeskunde* 109: 173 S.
- JEDICKE, E. (1994):
Biotopverbund. 2. Auflage.- Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KAINZ, M. (1989):
Runoff, Erosion and sugar beet yields in conventional and mulched cultivation. Results of the 1988 experiment.- *Soil Technol.Ser.*1:103-114.
- KIEHL, K.; A. THORMANN & J. PFADENHAUER (2001):
Neuschaffung von Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen – Ergebnisse des E+E-Vorhabens „Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München“.- *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz, Augsburg*, im Druck.
- KOLLMANNBERGER, G. (Hrsg.) (1973):
Eching – Gemeinde auf dem G'fild. Eine Heimatgeschichte der Orte Eching – Dietersheim – Hollern. Gemeindeverwaltung Eching, Selbstverlag.
- KONOLD, W. (1996):
Von der Dynamik einer Kulturlandschaft.- In KONOLD, W. (Hrsg) *Naturlandschaft Kulturlandschaft*. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, S. 121-136.
- . (1999):
Kulturlandschaftsentwicklung – den Weg zwischen Tradition und Fortschritt finden.- *Schriftenreihe Landesamt für Flurneuordnung und Landentwicklung Baden-Württemberg* 9: 7-16.
- KORNECK, D.; M. SCHNITTLER, G.L. KLINGENSTEIN, M. TAKLA, U. BOHN & R. MAY (1998):
Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.- *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 29: 299-444.
- LAUSSMANN, H. & H. PLACHTER (1998):
Der Einfluss der Umstrukturierung eines Landwirtschaftsbetriebs auf die Vogelfauna: Ein Fallbeispiel aus Süddeutschland.- *Vogelwelt* 119, 7-19.
- LÜTZOW, M. von; J. ILSER, M. KAINZ & J. PFADENHAUER (1998):
Jahresbericht 1997.- *FAM-Bericht* 22, Neuherberg.
- MAKOWSKI, H. & B. BUDERATH (1983):
Die Natur dem Menschen untertan. Ökologie im Spiegel der Landschaftsmalerei.- München.
- MAYER, F.; H. ALBRECHT & J. PFADENHAUER (1998):
The transport of diaspores by soil working implements.- *Aspects Applied Biology* 51: 83-89.
- PFADENHAUER, J., 1996:
Integration der Landnutzung bei der Umsetzung von Naturschutzziele. *Veröff. Projekt Angewandte Ökologie (Karlsruhe)* 14, 189-213.
- PFADENHAUER, J.; F.P. FISCHER, W. HELFER, C. JOAS, R. LÖSCH, U. MILLER, C. MILTZ, H. SCHMID, E. SIEREN & K. WIESINGER (2000):
Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München. Ergebnisse aus dem E+E-Vorhaben 89211-1/94 des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn.- *Angewandte Landschaftsökologie* 32, 311 S.
- PFADENHAUER, J.; J. FILSER & M. KAINZ (1996):
Verlängerungsantrag Hauptphase 2.- *FAM-Bericht* 8, Neuherberg.
- POSCHLOD, P. & S. BONN (1998):
Changing dispersal processes in the central European landscape since the last ice age: an explanation for the actual decrease of plant species richness in different habitats?- *Acta Bot. Neerl.* 47: 27-44.
- POTT, R. (1992):
Geschichte der Wälder des westfälischen Berglandes unter dem Einfluss des Menschen. *Fortsarchiv* 63, 171-182.
- RIEDL, U. (1991):
Integrierter Naturschutz – Notwendigkeit des Umdenkens, normativer Begründungszusammenhang, konzeptioneller Ansatz. – *Beiträge zur räumlichen Planung* 31: 303 S.
- RINGLER, A. (1999):
Biotopverbund: Mehr als ein wohlfeiles Schlagwort?- *Ber.ANL* 23:5-62.
- SIEBEN, A. & A. OTTE (1992):
Nutzungsgeschichte, Vegetation und Erhaltungsmöglichkeiten einer historischen Agrarlandschaft in der südlichen Frankenalb (Landkreis Eichstätt).- *Ber.Bayer.Bot.Ges. Beihft* 6: 1-55.
- VAN DER MAAREL, E. (1997):
Biodiversity: from babel to biosphere management. Special Feature in *Biosystematics and Biodiversity* 2: 60 pp (Opulus Press, Uppsala).
- WEINFURTNER, K. (2000):
Phosphor- und Kalium-Haushalt in einem Agrarökosystem des Tertiärhügellandes.- *Diss. TU München*.
- WIESINGER, K. (2000):
Integration landwirtschaftlicher Betriebe.- In PFADENHAUER, J.; F.P. FISCHER, W. HELFER, C. JOAS, R. LÖSCH, U. MILLER, C. MILTZ, H. SCHMID, E. SIEREN & K. WIESINGER, *Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München*. Ergebnisse aus dem E+E-Vorhaben 89211-1/94 des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn.- *Angewandte Landschaftsökologie* 32: 281-294.
- WIESINGER, K. & J. PFADENHAUER (1998):
Konzept zur Schafbeweidung von Kalkmagerrasen auf der nördlichen Münchner Schotterebene.- *Agrarökologie* 29.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Jörg Padenhauer
Technische Universität München
Department für Ökologie
Lehrstuhl für Vegetationsökologie
D-85350 Freising

Zum Titelbild:

Das Titelbild symbolisiert den Planeten Erde mit seiner Vielfalt an Pflanzen und Tieren und die besondere Stellung des Menschen. Als Homo sapiens ist es ihm gelungen, sich von zahlreichen lebenserschwerenden Zwängen der Natur zu befreien und sich eine eigene kostenintensive Welt zu schaffen. In wenigen hundert Jahren ist der Mensch vom physiologisch unbedeutenden Konsumenten zu einem globalen Manipulator geworden, durch welchen die Vielfalt des Lebens in erschreckendem Maße vermindert wird. Diese Entwicklung gefährdet die Erhaltung der uns seit Millionen von Jahren kostenlos zur Verfügung stehenden lebensfreundlichen Eigenschaften der natürlichen Umwelt.

(Titelbildmontage: H. O. Siebeck)

Die Veranstaltung und vorliegende Broschüre wurden mit Mitteln der Europäischen Union gefördert.

Laufener Seminarbeiträge 2/02

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0175 - 0852

ISBN 3-931175-67-7

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

Die mit dem Verfassernamen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Herausgeber wieder. Die Verfasser sind verantwortlich für die Richtigkeit der in ihren Beiträgen mitgeteilten Tatbestände.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der AutorInnen oder der Herausgeber unzulässig.

Schriftleitung: Dr. Notker Mallach (ANL, Ref. 12) in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Otto Siebeck

Satz: Christina Brüderl (ANL)

Farbseiten: Fa. Hans Bleicher, 83410 Laufen

Redaktionelle Betreuung: Dr. Notker Mallach (ANL)

Druck und Bindung: Lippl Druckservice, 84529 Tittmoning

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)