

Biotische Vielfalt in der Agrarlandschaft — Notwendigkeit und Strategie zur Entwicklung einer Biodiversität durch die Landwirtschaft

Norbert KNAUER*

1. Entwicklung der Agrarlandschaft und Entstehung einer biotischen Vielfalt

Die Vegetation Mitteleuropas ist das Ergebnis einer jahrtausendealten Geschichte. Als im Laufe der Entwicklung die Besiedlung dichter wurde, der Ackerbau begann, eine geregelte Viehhaltung entwickelt wurde und dafür die Nutzung der Wälder als Viehweide nicht mehr ausreichte, begann eine mehr oder weniger planmäßige Vergrößerung von waldfrei gehaltenen Landschaftsteilen. Die Anzahl der angebauten Kulturpflanzen war anfänglich klein, die Pionierpflanzen auf den ackerbaulich genutzten Flächen hatten günstige Bedingungen, ihre Bekämpfung erfolgte rein mechanisch und war wenig erfolgreich. Da mit der einfachen Technik des Hakenpfluges nur ein Auflockern des Bodens und kein Umbruch mit völliger Bedeckung der aus dem Boden gerissenen Unkräuter möglich war, war der Eingriff in die Vielfalt der Segetalflora gering. Zur Vielfalt der landwirtschaftlich genutzten Flächen gehörten daher früher sehr viel mehr Pflanzenarten als heute. Diese ersten Landnutzungsformen haben die Biodiversität eher vergrößert als verkleinert.

Die von der Landwirtschaft geprägte Biodiversität betrifft einmal die Nutzflächen, also die Äcker, Wiesen und Weiden sowie die verschiedenen Sonderkulturflächen, und zum anderen jene Saumbiotope, die zum kleineren Teil inselartig und zum größeren Teil bandartig zwischen den einzelnen Nutzflächen entstanden sind.

Auf den Nutzflächen bestand bis zum Ende der Dreifelderwirtschaft eine begrenzte Kulturartenvielfalt, die mit der verbesserten Dreifelderwirtschaft bis zur Fruchtwechselwirtschaft deutlich vergrößert wurde und schließlich mit der standortorientierten Bewirtschaftung der Felder und der Intensitätssteigerung extrem verkleinert wurde. Das kann man an der Veränderung der Anteile verschiedener Kulturpflanzen an der Anbaufläche eines Gebietes sehr gut erkennen (siehe Übersicht 1). An diese Entwicklung ist auch die Veränderung der Vielfalt der Segetalflora gekoppelt, die allerdings noch von der Technikentwicklung und der Entwicklung verschiedener Methoden der Unkrautbekämpfung überlagert wird.

Der Begriff **Diversität** repräsentiert im allgemeinen stoffliche und funktionale Mannigfaltigkeit der Strukturen und Realitäten von Ökosystemen (LESER 1991) und ist als Vielfalt der Erscheinung und Funktion eines Ökosystems über die vertikale Gliederung der Vegetation, die Artenvielfalt der

Pflanzenbestände und -gesellschaften, die Artenvielfalt der Tiergesellschaften und die unterschiedliche Verbreitung verschiedener, oft schwer im einzelnen zu beschreibender Bodenbiozöten mehr oder weniger gut beschreibbar. Daneben gibt es aber auch noch eine genetische Vielfalt, die sowohl bei Wildpflanzen als auch bei Kulturpflanzen die Grundlage einer Biodiversität ist. Wegen der teilweise auch in kurzen Zeiträumen bestehenden großen Dynamik bleibt es meistens bei einer unvollständigen Beschreibung.

Die Biodiversität einer Landschaft wird bestimmt von

der Vielfalt der geologischen und bodenkundlichen Erscheinungen,

der Vielfalt der hydrologischen Bedingungen,

den groß- und kleinklimatischen Bedingungen,

der gebietstypischen floristischen und faunistischen Vielfalt,

dem Anteil, der Flächengröße und der Verteilung natürlicher bzw. naturnaher Biotoptypen sowie deren Vernetzung einerseits und Isolation andererseits,

der Ausprägung, Größe und Verteilung der verschiedenen Nutzflächen,

einer kulturellen Überformung.

2. Veränderung der biotischen Vielfalt mit der horizontalen und vertikalen Expansion der landwirtschaftlichen Bodennutzung

Die horizontale und vertikale Entwicklung der Landwirtschaft, wie sie in der Übersicht 2 dargestellt ist, hat in der Agrarlandschaft nahezu zwangsläufig eine Verringerung der Biodiversität mit sich gebracht und forciert. Die agrarische Entwicklung ist dabei kein Zufall, sondern das Ergebnis eines zielgerichteten Handelns der Landwirte. Die ökologischen Wirkungen jedoch sind nicht erkannte Nebenwirkungen von Agrarstrukturmaßnahmen und Verfahrensschritten der Regulation verschiedener Produktionsprozesse.

Nur beim Übergang von der Dreifelderwirtschaft auf die Fruchtfolgewirtschaft mit einer größeren Anzahl von Kulturpflanzen hat die landwirtschaftliche Bodennutzung in begrenztem Ausmaß auf den Nutzflächen zu einer Erhöhung der Biodiversität beigetragen. Im allgemeinen haben die verschiedenen prozeßregelnden Maßnahmen je-

* Vortrag auf dem ANL-Seminar „Biodiversität- eine neue Herausforderung für den Naturschutz“ 30.3. 1.4.1993 in Aschaffenburg (Leitung: Dr. Michael Vogel)

Übersicht 1

Entwicklung der Flächenanteile der Nutzpflanzen zwischen Mittelalter und Gegenwart in Baden-Württemberg (KNAUER 1990)

	Mittelalter	1850	1950	1980
Dinkel	□□□□□	□□□□□		
Roggen	□	□	□	▶
Gerste	□□□	□□□	□□	□□□□□
Hafer	□□□	□□□	□□□	□□
Weizen	◁	▶	□□□□	□□□□□
Körnermais		+	+	+
Bohnen	▶	▶	◁	◁
Erbsen	▶	▶	▶	◁
Wicken	▶	▶	◁	◁
Linsen	▶	▶		
Lein	◁	▶		
Hanf	◁	▶	◁	
Mohn	◁	◁	◁	
Raps		◁	◁	▶
Zichorien		+	+	
Hopfen		◁	+	+
Tabak		◁	+	+
Kartoffeln		□	□□	□
Futtermüben		▶	□	▶
Zuckerrüben		▶	▶	▶
Stoppelmüben		▶	◁	◁
Rotklee		□	□□	□
Luzerne		▶	□	▶
Espartette		▶	▶	▶
Grünmais		+	+	□□
Brache	□□□□□	□□□	□	▶

- entspricht ca. 5% des Ackerlandes
- ▶ entspricht ca. 1% des Ackerlandes
- ◁ entspricht <0,5% des Ackerlandes
- + nur von regionaler Bedeutung

doch die Diversität nicht erhöht, sondern als Folge der Maßnahmen zur Vereinheitlichung der Standorte diese deutlich verringert. Die Ertragshöhe der Kulturpflanzen sowie die Qualität der erzeugten Produkte steht nämlich mit der Einheitlichkeit der Standortbedingungen in deutlich engerer Korrelation als mit der Diversität. Der gezielte Abbau von Gradienten verschiedener Standortfaktoren ist eine bedeutende Ursache der Verringerung der Biodiversität in der Agrarlandschaft. Hinzu kommt der in verschiedener Form in die Landbewirtschaftung eingeführte Fortschritt, mit dem ebenfalls eine Vereinfachung der Biodiversität verbunden ist.

Zur Zeit stehen wir möglicherweise am Anfang einer weiteren Gefährdung, der durch die Gentechnologie und die Freisetzung gentechnisch veränderter Lebewesen ausgelöst wird. Bei Pflanzen werden Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge erzeugt, die dann als ökologischer Vorteil hingestellt werden, da auf diese Art und Weise der Einsatz verschiedener Pflanzenschutzmittel vermieden werden kann. Ein wirklicher Nachweis der Unbedenklichkeit konnte aber bisher nicht geführt werden, da die komplexen Beziehungen im Nahrungsnetz noch gar nicht untersucht wurden. Hinzu kommt, daß bei verschiedenen Pflanzenarten auch eine Herbizidresistenz eingeführt werden konnte. Hier liegt ohne Zweifel eine Gefährdung für die

Biodiversität vor, weil bei solchen Kulturpflanzen bei der Auswahl der Herbizide weniger intensiv über deren Wirkung nachgedacht werden muß. Die Gentechnologie im Bereich der Entwicklung von Pflanzen wird häufig nur als verbesserte Pflanzenzüchtung angesehen. Sie ist aber in der Realität eine völlig neue Methode, weil sie Gene aus ganz anderen Arten oder Familien einführt. Neue Überlegungen gehen dahin, daß durch die Gentechnologie die bisher aus Gründen der Ertragshöhe oder der Inhaltsstoffmenge und -qualität nicht erfolgreiche Einführung sogenannter nachwachsender Rohstoffe wirtschaftlich gemacht werden kann. Auch das bedeutet keine Erhöhung der Biodiversität, sondern beim dann erfolgenden Intensivanbau wohl nur eine Verringerung mit neuen Pflanzenarten. Solche nachwachsenden Rohstofflieferanten erreichen bestenfalls bei sehr intensiven Anbaumethoden eine gewisse Wirtschaftlichkeit, auf besondere agrarbiologische Ziele wird daher bei diesen Pflanzen keine Rücksicht genommen werden.

Die Bedeutung von natürlichen und naturnahen Biotopen in der Agrarlandschaft wird selbst von Vertretern des Integrierten Pflanzenbaues noch nicht als unbedingt notwendiger Bestandteil des solcherart regulierten Agrarökosystems angesehen. Obwohl mehrfach nachgewiesen worden ist, daß bei diesem Produktionssystem ein bestimm-

Übersicht 2

Entwicklungsphasen der Landwirtschaft und ökologische Charakteristik (KNAUER 1990)

Entwicklungsstufe	Wirkung auf Nutzflächen	Ökologische Charakteristik
Horizontale Expansion Waldrodung Heidekultivierung Moorkultivierung Eindeichung	Zunahme der landw. Fläche Zunahme der landw. Betriebe	Vernichtung natürlicher Ökosysteme, Beginn der ökologischen Verarmung und Verringerung der biotischen Vielfalt
Verdrängungswettbewerb von außen von innen	Abnahme der landw. Fläche und der landw. Betriebe	Beginn der Umweltbelastung durch ökologisch nicht angepasste Bewirtschaftungsverfahren und durch Zerstörung von Biotopen und die Entwicklung von Barrieren für Lebewesen
Vertikale Expansion Rationelle Bodennutzung Entwässerung Tiefkultur Nährstoffanreicherung	Vergrößerung und Verbesserung des Bodenvolumens	Starke Vereinheitlichung der Standortbedingungen und durch den Abbau von Gradienten weitere Verringerung der Biodiversität
Standort-orientierte Spezialisierung	Abnahme der Nutzpflanzenvielfalt	Zunehmende ökologische Verarmung auf den Nutzflächen bei gleichzeitiger Vergrößerung der Einzelfelder und damit weiterer Verringerung der Diversität
Verdrängungswettbewerb der Gegenwart	Vergrößerung der Betriebe und der Einzelfelder	weitere Biotopverluste und Verringerung der Biodiversität
Entwicklung spezieller Produktionsverfahren Großflächenlandwirtschaft	uniforme Großflächennutzung	Verringerung der abiotischen und der biotischen Vielfalt
integrierter Pflanzenbau	neue Anbauvielfalt	Nutzung ökologischer Regler, Verringerung von Prozeßregelungen mit Umweltbelastungspotential
Ökologischer Landbau	artenreiche Fruchtfolge Verzicht auf versch. Chemikalien	größere ökologische Vielfalt, Vorkommen von auch selteneren Arten

tes Mindestmaß an Diversität notwendig ist (z. B. BASEDOW, 1988; KNAUER, 1990; TIMMER-MANN, 1991; WELLING et al. 1988), trifft man diversitätsfördernde Maßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis kaum an. Die von RINGLER (1981) skizzierten Wege des Arten- und Biotoprückganges in der Kulturlandschaft (s. Übersicht 3) sind daher noch nicht wesentlich unterbrochen worden.

Die biologische Vielfalt wird nicht nur durch die direkte Entfernung einzelner Biotope verändert, mit der meistens auch eine Fragmentierung der Habitate verbunden ist, sondern auch durch den Eintrag von Stoffen, die bei der Regulation von Agrarökosystemen eingesetzt werden, also von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln. Vereinfachend hat im Laufe der Zeit auch die Änderung der Bestandesstruktur der Getreidefelder gewirkt. So hat die Vergrößerung der Bestandesdichte bei z. B. Winterweizen von 300 bis 400 ährentragenden Halmen je Quadratmeter auf 500 bis 600 Halme eine erhebliche Verringerung des Lichteinfalles bis in den bodennahen Bereich bewirkt und als Folge davon haben lichtbedürftige und nach ihrer Wuchsstruktur kleinbleibende Unkrautarten keine Möglichkeit einer Entwicklung bis zur Blüten- und Samenausbildung. Nur noch 1 bis 2 % des Tageslichtes gelangt während des Hauptwachstums der Weizenpflanzen im Bestand bis zum Boden und selbst zur Zeit der Milchreife erreichen nur 3 bis 5 % des Tageslichtes den Boden (STROTDREES 1990). Lichtbedürftige Pflanzenarten, die vor 30 Jahren auch noch in Weizenpflanzenbeständen vorkamen, haben jetzt keine Entwicklungsmöglichkeit mehr. Solche Arten sterben daher auch ohne Herbizidbelastung aus. Im Verlaufe einer längeren Zeit sind solche Arten aus der ursprünglichen Vielfalt von Feldern mit solchen Anbaubedingungen verschwunden. Die Entwicklung der Landwirtschaft hat zu Biotopvereinfachungen, Zerstörung von Biotopvernetzungen und Belastungen verschiedener Ökosysteme geführt.

3. Agrarökologische und landschaftsökologische Bedeutung der biotischen Vielfalt in der landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft

Die Frage nach der Bedeutung der biotischen Vielfalt in der Agrarlandschaft muß differenziert beantwortet werden. Am einfachsten — weil relativ allgemein formulierbar — ist die landschaftsökologisch zu begründende Antwort. Viele Pflanzen- und Tierarten, Pflanzen- und Tiergesellschaften sowie ganze Biozönosen haben sich an die seit Jahrhunderten mit großer Regelmäßigkeit stattfindenden Nutzungsmaßnahmen angepaßt, viele von ihnen kann man daher als Spezialisten der Agrarlandschaft bezeichnen. Erst mit der Entwicklung der Großtechnik und durch die Benutzung lebensfeindlicher Chemikalien zur Regulierung von Konkurrenzverhältnissen wurde das Zusammenleben von wildwachsenden Pflanzen- und freilebenden Tierarten mit den Nutzpflanzen gravierend gebremst oder zerstört.

Die als Folge der intensiven Wirtschaftsweisen ansteigende Aussterberate bei Pflanzen und Tieren der Agrarlandschaft wird schon seit langer Zeit be-

merkt. Daß eine Verarmung der Unkrautflora auf den Äckern und der Grünlandflora stattfindet und damit u. a. auch bestimmte Genkombinationen verloren gehen, ist zweifelsfrei nachgewiesen. Die Hinweise darauf waren aber erfolglos, obwohl die Landwirte mit der bei ihnen vorhandenen Artenkenntnis die Veränderungen durchaus erkennen und die geschilderten Folgen auch begreifen konnten. Die Veränderung der floristischen Situation auf Acker- und Grünlandflächen ist kein Zufall, sie war gewollt, sie wurde als wirtschaftliches Ziel angestrebt, ökologische Folgen wurden nicht erkannt bzw. berücksichtigt. Noch immer werden Zusammenhänge zwischen den Entwicklungsmöglichkeiten von Pflanzen, deren Samenentwicklung, der Überdauerung von Pflanzen usw. bei der Regulierung von Acker-Ökosystemen kaum oder gar nicht beachtet. Die Bedeutung verschiedener Wildkräuter auf dem Acker und im Ackerumfeld für Nützlinge wurde nicht als wirtschaftlich relevant angesehen und selbst die Bedeutung verschiedener Kräuter auf dem Grünland als gern gefressene Futterpflanzen bewegte die Mehrzahl der Landwirte nicht zur Förderung solcher Arten. Die Folgen der veränderten pflanzenbaulichen Prozeßregelungen auf die Fauna wurden erst recht nicht erkannt, was hier noch viel stärker als bei den Pflanzenarten auf eine mangelnde Artenkenntnis zurückgeführt werden kann, aber auch ein Ausdruck der Überdominanz ökonomischer Werte ist.

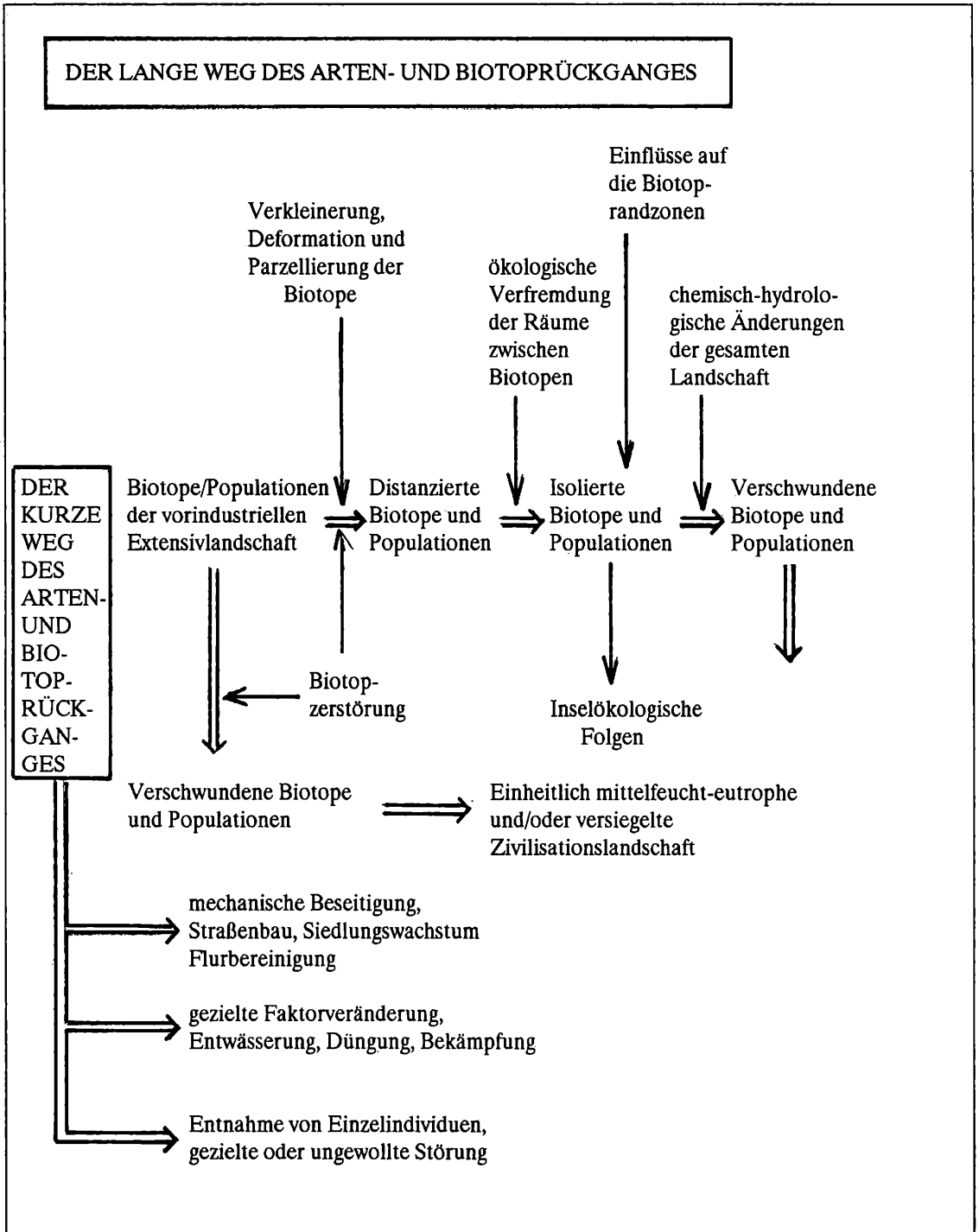
Diversität tritt uns als Verteilung auf der Fläche entgegen. Dabei entstehen entwicklungsabhängige Verteilungsmuster, die bei einjährigen Pflanzenarten von den unterschiedlichen Ansprüchen an die Keimtemperatur, bei mehrjährigen Arten von den Unterschieden im temperaturbestimmten Kompensationspunkt und dem davon gesteuerten Vegetationsbeginn oder vom unterschiedlichen Beginn sowie der Dauer der Blühzeit und weiteren Merkmalen mehr bestimmt wird. Das Verteilungsmuster ist aber auch ein Ausdruck vorhandener Unterschiede in der abiotischen Umwelt von Pflanzen und Tieren.

Diversität tritt uns vor allem auch als vertikale Strukturvielfalt entgegen. In Kulturpflanzenbeständen mit einer mehr oder weniger ausgeglichenen Verunkrautung besteht wegen der unterschiedlichen Höhe und Wuchsstruktur von Kulturpflanzen und Unkräutern eine deutlich höhere Diversität als in den nahezu unkrautfreien Getreidebeständen bzw. in Kulturpflanzenbeständen mit nur noch ein oder zwei Problemunkräutern.

Von besonderer Bedeutung für die Biodiversität der Agrarlandschaft sind die verschiedenen Elemente des Biotop-Verbundsystems wie die Hecken, Feldgehölze, Feldraine, Altgrasbestände, Einzelbäume und Baumgruppen, Tümpel, Teiche, Wassergräben und Bäche, Sümpfe, Brüche usw. Zur Erhaltung der biotischen Vielfalt im Sinne eines Biotopverbundsystems müssen die verschiedenen Einzelbiotope so groß sein, daß sich hier überlebensfähige Populationen der typischen Lebewesen erhalten können. Für die meisten Lebewesen ist außerdem ein genetischer Austausch, für viele Tiere auch ein Aktivitätswechsel, ein Wechsel zur Überdauerung bestimmter Lebensphasen in anderen Biotopen usw. notwendig.

Übersicht 3

Wege des Arten- und Biotoprückganges in der Kulturlandschaft (nach RINGLER 1981)



Bei der Biodiversität in der Agrarlandschaft geht es nicht nur um eine allgemeine Erhöhung der Strukturvielfalt, sondern vor allem um eine Erhöhung und Erhaltung der Lebensraumvielfalt für Pflanzen und Tiere. Die Erhöhung der Anzahl verschiedener, meist kleiner Inselbiotope und überwiegend schmaler Saumbiotope ist zwar erstrebenswert, sie reicht aber bei Beibehaltung von Wirtschaftsformen, bei denen die Regulation der verschiedenen Wechselbeziehungen des Agrarökosystems überwiegend durch den Einsatz chemischer Mittel erfolgt, nicht aus. Bei Beibehaltung einer solchen Wirtschaftsweise leiden die Elemente, die zur Erhöhung der Diversität beitragen,

meist relativ stark unter den Nebenwirkungen der erwähnten Regulierungsart des Agrarökosystems. Die Integration von Strukturelementen als Ökotope und Biotope muß noch ergänzt werden durch eine bewußte Verhinderung der von außen kommenden Belastungen. Die Pflanzenproduktion muß also auf die Verfahren des integrierten Pflanzenbaues umgestellt werden. Besonders empfindliche Strukturelemente müssen außerdem durch genügend breite Kompensationszonen vor Belastungen geschützt werden. Über die Leistung solcher Zonen haben KNAUER und MANDER (1989 und 1990) sowie STEINMANN (1991) berichtet.

Bei der Erhaltung oder Wiederentwicklung einer Biodiversität geht es immer um ein quantitatives und ein qualitatives Ziel. Wiesenvogelarten wie der Brachvogel benötigen je Brutpaar wenigstens 25 Hektar Grünland und für eine überlebensfähige Population von mindestens 10 Brutpaaren werden rund 250 Hektar Grünland benötigt. Zur Sicherung der Ernährung der Jungvögel muß ein nennenswerter Anteil dieses Grünlandes als Feuchtgrünland ausgebildet und der Boden stocheffähig sein.

Die meisten Arten aus der Gruppe der Wirbellosen benötigen Rückzugsgebiete außerhalb der Äcker. Die Einzelbiotope für diese Lebewesen müssen, wenn sie frei von bioziden Außeneinflüssen bleiben, meistens nicht sehr groß sein, notwendig ist aber ihre barrierefreie Vernetzung. Ein funktionsfähiges Biotop-Verbundsystem sollte die verschiedenen gebietstypischen Einzelbiotope enthalten, und diese dürfen nur soweit auseinander liegen, daß durch die dazwischen vorkommenden Ackerflächen bei ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung der Austausch nicht unmöglich gemacht wird.

Eine Biotopstruktur, wie sie für die Insektenfauna angestrebt wird, kann auch für verschiedene Wirbeltiere günstige Lebensmöglichkeiten sichern, etwa für Feldhasen. Zur Verbesserung der Lebensbedingungen ist hier allerdings eine vor allem qualitative und zeitliche Veränderung des Futterangebotes notwendig. Das gilt auch für die Lebensbedingungen des Rebhuhnes.

Nicht alle Tierarten der Kulturlandschaft bevorzugen ein Kleinmosaik der Nutzflächen mit einem dichten Biotopnetz aus Sträuchern und Bäumen. Großtrappen konnten sich in der Agrarlandschaft von Brandenburg und Sachsen-Anhalt vor allem dort noch halten, wo in Zusammenarbeit von Naturschutz und Landwirtschaft eine auf die Bedürfnisse dieser Art abgestimmte Landwirtschaft betrieben wurde. Das bedeutete u. a. Erhaltung großer Einzelfelder, Vermeidung einer Untergliederung durch neue Wege und Schutzpflanzungen, Fernhaltung des störenden Verkehrs und Besucherdruckes von diesen Gebieten, Reduzierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen, besondere Berücksichtigung von Gelegen und Jungtieren, Einhaltung von Fruchtfolgen mit hohem Wintergetreide-, Winterraps- und Luzerneanteil bei nicht zu intensiver Wirtschaftsweise, vor allem Sicherung des Angebotes carnivorner Nahrung für Jungtiere. Es ging darum, einen steppenartigen Lebensraum, so gut wie es in unserer Kulturlandschaft möglich ist, zu erhalten. Auch die Kraniche haben einen besonderen Anspruch an den Lebensraum, der mit einer eigenen Biodiversität verbunden ist.

Für verschiedene Wiesenvogelarten sind die Ansprüche an den Lebensraum recht gut bekannt. Weißstorch, Wiesenweihe, Sumpfohreule und die verschiedenen Gänsearten brauchen ausgedehnte Grünlandflächen, zum Teil mit hohem Anteil von Extensivgrünland (BLAB 1984). Sie brauchen mehrere im Gelände verteilte offene Wasserflächen. Die auf dem Grünland vorkommenden Limikolen brauchen feuchte Stellen, wo sie aus dem Boden Nahrung aufnehmen können.

Die Verringerung der Biodiversität der Grünlandstandorte hat mehrere Ursachen. Zuerst wurde mit der Entwicklung von Entwässerungssystemen (Oberflächenentwässerung, künstliche Kanäle mit

Pumpstationen, verschiedene Drainagesysteme) ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für die floristische Vielfalt verändert. Dann wurden durch Kombination von Düngung und Nutzung die Pflanzenbestände weiter vereinfacht. Wo sich als Unkräuter bewertete Arten durch Nutzungsmaßnahmen nicht zurückdrängen ließen, wurden sie gezielt mit Herbiziden bekämpft. Auf vielen Standorten wurden durch Hypertrophierung dadurch neue Probleme hervorgerufen, daß sich Grasarten durchsetzen konnten, die vom Vieh nur ungern gefressen wurden. Man kann diese Entwicklung auch als Weg von der Vielfalt zur Einfachheit beschreiben. Dabei hat zwar eine Verringerung der Biodiversität stattgefunden, es blieb aber immer noch der Biotoptyp Grünland erhalten. Als vor rund 20 Jahren Maissorten auf den Markt kamen, die auch unter den klimatisch ungünstigeren Bedingungen der bisherigen Grünlandgebiete angebaut werden konnten, wurde immer mehr Grünland umgebrochen und mit Mais bestellt. Damit hat eine neue Verringerung der Biodiversität ganzer Landschaften begonnen, die große Auswirkungen auf viele Pflanzen- und Tierarten hat.

Die agrarökologische Bedeutung der Biodiversität liegt in der Förderung von natürlichen Regulationsmechanismen des Agrarökosystems, vor allem des ackerbaulichen Nutzökosystems. Das bedeutet, daß Biodiversität in der Agrarlandschaft auch einen wirtschaftlichen Wert hat. Räuber-Beute-Beziehungen sind ein wichtiger Teil der natürlichen Regulation von tierischen Schaderregern. Als Beispiel für die Wirksamkeit einer natürlichen Regulation bei gleichzeitiger Abschätzbarkeit einer solchen Wirkung können wir die Untersuchungsbefunde von STORCK-WEIHERMÜLLER und SCHMUTTERER (1990) heranziehen, wonach eine Bekämpfung von Getreideblattläusen bei einem Räuber-Beute-Verhältnis von 1 : 40 bis 80 überflüssig ist. Mögliche Zusammenhänge zwischen der Diversität der Zoozönose und deren Wirkung auf die Diversität der Segetalflora sind bisher noch nicht sehr gründlich untersucht worden. Es ist daher auch gar nicht bekannt, ob und wie der Verzehr von Unkrautsamen auf dem Acker nennenswert gefördert werden kann, was möglicherweise eine andere Regulierungsstrategie auslösen könnte. Es ist daher dringend notwendig, die umfangreichen biozönotischen Konnekte, wie sie TISCHLER (1965) beschrieben hat, genauer zu untersuchen (siehe Übersicht 4).

4. Möglichkeiten der Entwicklung einer höheren Biodiversität in der landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft

Für eine planmäßige Wiederherstellung einer größeren Biodiversität muß man Ziele beschreiben, deren funktionale Bedeutung plausibel und deren Erreichung möglich ist. Je klarer die Ziele und die Möglichkeiten der Erreichung beschrieben werden, umso eher werden diese auch von der Landwirtschaft akzeptiert werden, was für die Wiederentwicklung einer höheren Biodiversität in der Agrarlandschaft von großer Bedeutung ist.

Zur Zielbeschreibung kann man z. B. benutzen:

- (1) Eine Darstellung der verschiedenen biozönotischen Konnekte und deren Bedeutung in der

Agrarlandschaft, auch der agrarökologischen Bedeutung.

- (2) Eine Beschreibung der Bedeutung von Biotop-Verbandssystemen.
- (3) Die Beschreibung ökologisch wichtiger Strukturelemente der Agrarlandschaft (siehe als Beispiel Übersicht 5).
- (4) Eine Darstellung des für den Integrierten Pflanzenbau notwendigen Biotopgerüsts.

Die Vorstellung, daß eine günstige Biotop-Diversität mehr oder weniger planmäßig zu fördern ist, geht davon aus, daß die umfangreichen Informationssysteme (z. B. GIS) dafür eine optimale Datenbasis liefern. Die Realisierung stößt jedoch an verschiedene Grenzen.

Die meisten landwirtschaftlich genutzten Böden wurden in ihrer, die Artenvielfalt der Flora bestimmenden Faktorkombination erheblich verändert. Als erstes Hindernis können wir die Anreicherung der Böden mit Pflanzennährstoffen betrachten. Die früher vorhandenen Gradienten bei den im Boden speicherbaren Pflanzennährstoffen wurden durch eine Vorratsdüngung abgebaut. Die Wiederherstellung von Situationen mit einem gewissen Nährstoffmangel ist nicht ganz einfach, weil manche Nährstoffe nur in relativ geringer Menge entzogen werden und eine Aushagerung somit sehr lange dauert. Auch beim Bodenwasserhaushalt wurden die früher zu beobachtenden Unterschiede durch die Bewirtschaftung erheblich vereinfacht. Damit wurde die geoökologische Vielfalt

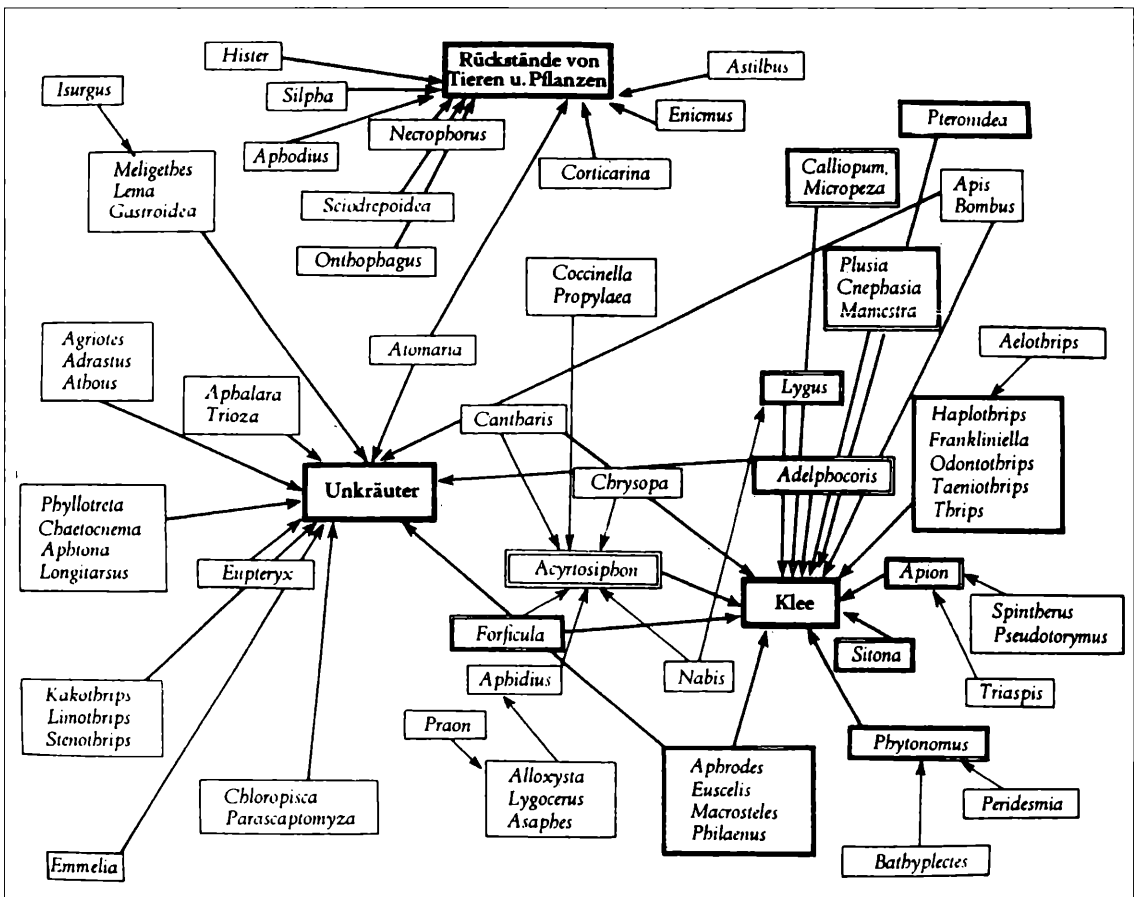
verringert. Die Wiederherstellung solcher Gradienten bildet ein erstes Hindernis.

Ein zweites Hindernis für die Herstellung einer größeren Biodiversität in der Agrarlandschaft muß man in der Einzelfeldgröße sehen. In den alten Bundesländern herrschen noch relativ kleine Einzelfelder vor, in den neuen Bundesländern aber haben wir schon seit längerem große und ziemlich einheitliche Einzelfelder. Die agrarpolitischen Rahmenbedingungen in der Bundesrepublik und in der EG fördern die Erhaltung der Großflächenwirtschaft in den ostdeutschen Bundesländern und erzwingen ein Betriebswachstum in den westdeutschen Bundesländern, dem die Einzelfeldvergrößerung nahezu zwangsläufig folgen wird. Für die Vergrößerung der Biodiversität in der Agrarlandschaft existieren damit also keine günstigen Rahmenbedingungen.

Ein drittes Hindernis für die Entwicklung einer höheren Biodiversität kann man im Fortbestehen der Mißverständnisse zwischen Ökologie und Naturschutz einerseits und Agrarwissenschaft und Landwirtschaft andererseits erkennen. Für Landwirte der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, deren Felder überwiegend in Gemengelage in der Gemeindeflur verteilt lagen, waren die schmalen Feldraine nicht nur ein Fußsteig zwischen den Feldern, sondern vor allem ein deutlich sichtbarer Grenzstreifen. Die Verfahren der Flurbereinigung haben diese Gemengelage verändert und nun besteht für den einzelnen Landwirt kein Grund mehr für die weitere Erhaltung solcher sichtbaren Grenzstreifen. Ähnlich ist die Situation bei feldbegrenzenden Hecken unter klimatischen Bedingungen ohne einfach erkennbare

Übersicht 4

Nahrungsbeziehungen der Insekten im Klee- und Klee- (TISCHLER 1965)



Übersicht 5

Ökologisch wichtige Strukturelemente der Kulturlandschaft (KNAUER 1989)

Element	angestrebter Zustand
Feldgröße u. Fruchtfolge	kleiner als 5 Hektar mehr als 4 Kulturarten
Feucht- und Naßwiesen	Einzelfläche mindestens 5-10 ha groß, möglichst in ein Gesamtareal von mehr als 25 ha eingebettet, als Nahrungsraum für z.B. Störche wenigstens 200 ha groß
Wiesen allgemein	artenreich (> 25 Arten), nur mäßige Düngerezufuhr, späte Mahd, möglichst nach der Blüte
Weidegrünland	bei sehr extensiver Nutzungsmöglichkeit möglichst > 5 ha; artenreich (> 20 Arten), nur geringe Düngerezufuhr
Flutrasen	als abflußlose Senken und Flutmulden im Grünland erhalten, keine Düngung
Trockenrasen	möglichst mehrere Hektar groß; keine Düngung, Nutzung als Hutung
Altgrasbestände	meistens bandartig ausgebildet; anzustrebende Mindestbreite: 2 m; keine Nutzung, bei Bedarf zur Erhaltung der Gras- und Krautvegetation späte Mahd
Hecken verschiedener Ausprägung	4 bis 10 m breit, artenreich (> 3-5 Gehölzarten), mehrreihig; durch Randstreifen mit Gras- und Krautvegetation ergänzt; Pflege durch niederwaldartige Nutzung
Feldgehölze	Ausdehnung (von Rand zu Rand) größer als 10 m; artenreich (> 3 verschiedene Gehölzarten); wenigstens 1 Biotop je 100 ha Nutzfläche

Windschutzwirkung. In der Zeit der Feldgraswirtschaft wirkten die Hecken drei bis vier Jahre lang als Viehzaun und in der technisch weniger weit entwickelten Zeit der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts lieferten sie Nutz- und Brennholz. Solche Wirkungen haben heute keinen großen Wert, die Erhaltung und Pflege wird von den betroffenen Landwirten daher überwiegend nur noch als Kostenfaktor angesehen und nicht als notwendiger Aufwand für eine umweltfreundliche landwirtschaftliche Produktion.

Schließlich stellt die geringe Anzahl von Kulturpflanzen, die einen einigermaßen hohen Ertrag von der Fläche erwirtschaften lassen, ein weiteres Hindernis für eine höhere Biodiversität dar. Wo nur noch Winterraps und Winterweizen angebaut wird, gibt es keine artenreiche Segetalflora und das hat auch Auswirkungen auf den Artenreichtum der Tiergesellschaften. Diese Wirkung auf die Biodiversität wird noch durch die genetische Einengung im Bereich einzelner Kulturpflanzen verstärkt. Von der relativ großen Anzahl der Sorten einzelner Kulturpflanzen bedecken nur einige wenige den größten Teil der Anbaufläche. Mit einer weiteren genetischen Einengung der Vielfalt ist zu rechnen, wenn genetisch künstlich veränderte Arten in den Anbau gelangen werden.

Die Entwicklung oder Erhaltung der biotischen Vielfalt war **nie** ein Ziel der Landwirtschaft, Biodiversität ist eher zufällig und als Nebenprodukt der Landwirtschaft entstanden. Wer in der Agrarlandschaft eine größere Biodiversität schaffen und erhalten will, muß daher klären, ob das (1) über Gesetze und Verordnungen, (2) durch Bewirtschaftungs- und Nutzungsverträge und (3) über spezielle marktwirtschaftliche Anreize möglich ist.

(1) Gesetze und Verordnungen

Gesetze und Verordnungen sind inzwischen relativ alte Strategien zur Wiederentwicklung und Erhaltung einer gewissen Biodiversität. Wie wenig sich damit allerdings eine gewisse Diversität herstellen läßt, zeigen die Naturschutzgesetze und die Verordnung (EWG) Nr. 2293/92 der Kommission vom 31. Juli 1992, mit Durchführungsbestimmungen für die Flächenstillegung nach Artikel 7 der Verordnung (EWG) Nr. 1765/92 des Rates. Gerade diese EG-Verordnung ist ein Musterbeispiel dafür, daß die Möglichkeiten zur Erhöhung der Biodiversität auf landwirtschaftlichen Nutzflächen eher verhindert als gefördert werden.

In der EG-Verordnung wird z. B. festgelegt, daß Ausgleichsregelungen gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 1765/92 für stillgelegte Flächen nur in Frage kommen, wenn die stillgelegte Fläche vom Antragsteller in den beiden vorangegangenen Jahren bewirtschaftet wurde und wenn sie während eines Zeitraumes aus der Produktion genommen wird, der frühestens am 15. Dezember beginnt und spätestens am 15. August endet. Sicher entsteht in dieser Zeit eine andere Biodiversität als bei ununterbrochener landwirtschaftlicher Nutzung, aber die Möglichkeit zur Entwicklung einer naturschutzrelevanten ökologischen Leistung ist in so kurzer Zeit und wegen der notwendigen Rückführung in die landwirtschaftliche Produktion gar nicht gegeben. Gesetze und Verordnungen ändern auch nichts an den Werten und Normen, von denen Landwirte bei der Wahl der Regulation von Agrarökosystemen beeinflußt werden. Für die Herstellung einer höheren Biodiversität in der Agrarlandschaft sind sie ein ungeeignetes Instrument.

(2) Bewirtschaftungs- und Nutzungsverträge

Bewirtschaftungs- und Nutzungsverträge sind eine neuere und durchaus erfolgreiche Strategie zur Erhöhung der Biodiversität in der Agrarlandschaft. Den Landwirten wird damit ein akzeptabler Rahmen gesetzt. Obwohl die Landwirtschaft in unserer Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung, wie andere Wirtschaftszweige auch, bemüht ist, die Möglichkeiten zur Gewinnoptimierung auszunutzen, ist sie doch an der Erhaltung von Natur und Landschaft ganz erheblich interessiert. Das zeigen die Erfolge des Vertragsnaturschutzes ganz eindeutig. Durch Verträge, die zwischen Naturschutzverwaltungen und Landwirten abgeschlossen wurden, ist in vielen Landschaften tatsächlich eine höhere Biodiversität entstanden.

Die verschiedenen Programm-Typen betreffen den Acker, den Betrieb, den Intensitätsgrad der Bewirtschaftung, bestimmte Flächen, das Grünland, bestimmte Vegetationsformen, Gewässer und Gewässerufer. Zur Erhöhung der Biodiversität tragen vor allem bei:

Acker-Programme:	Randstreifen-Bewirtschaftung Schutz von Ackerwildkräutern Extensivierung Sukzessionsbrache
Betriebs-Programme:	Umstellung auf alternative Wirtschaftsformen Bewirtschaftung von benachteiligten Gebieten Landwirtschaft in Berggebieten
Extensitäts-Programme: Flächenbezogene Programme:	Förderung der Extensivierung Kulturlandschaftsprogramme Pufferzonen Schutzzonen freiwilliger Landtausch zur Förderung des Naturschutzes
Grünland-Programme:	Förderung von Wiesenbrütern Entwicklung und Erhaltung von Mager- und Trockenstandorten Feuchtwiesenerhaltung Kleinseggenwiesenerhaltung Weißstorch-Lebensräume
Programme zur Entwicklung und Erhaltung von besonderen Vegetationsformen:	Extensivbewirtschaftung Neuanlage und Pflege von Feldgehölzen und Hecken Erosionsschutzpflanzungen Dorferneuerung Renaturierung von Niedermooren Erhaltung von Streuobstwiesen
Gewässer- und Uferschutz-Programme:	Kleingewässerschutz Erhaltung von Teichen und anderen Stillgewässern Schutz von Quellgebieten Erhaltung von Uferandstreifen

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil des Vertragsnaturschutzes liegt in der Möglichkeit einer planmäßigen Flächenauswahl durch die Naturschutzverwaltung. Damit besteht eine Möglichkeit zur Wiederherstellung von Biotop-Verbundsystemen,

zur Entwicklung von Schutzzonen in der Nähe empfindlicher Ökosysteme usw.

(3) Marktwirtschaftliche Anreize

Eine völlig neue Strategie bedient sich marktwirtschaftlicher Anreize zur Vergrößerung und langfristigen Erhaltung der Biodiversität. Beim Verfahren des Vertragsnaturschutzes werden zwischen Naturschutzverwaltung und einzelner Landwirt Verträge abgeschlossen, die auf ein zwar besonderes, aber doch noch relativ allgemein beschriebenes Naturschutzziel ausgerichtet sind. Die vertraglich festgelegte Zahlung wird fällig, wenn der Landwirt die beschriebenen Ge- und Verbote eingehalten hat. Die Verträge sind also handlungsorientiert, ihnen liegt die Annahme zugrunde, daß sich bestimmte ökologische Ziele bei Einhaltung bestimmter und Unterlassung anderer Handlungen schon einstellen werden. Einen grundsätzlich anderen Weg schlägt die Empfehlung zur Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft ein. Man kann dieses Modell auch als eine Empfehlung zur Internalisierung positiver externer Effekte bezeichnen. Die Förderung der Biodiversität beginnt bei diesem Modell bei der Beschreibung ökologischer Zielzustände in der Agrarlandschaft. Sie überläßt dann den handelnden Landwirten bei beratender Unterstützung die Entwicklung von Methoden zur Zielerreichung und verspricht eine Honorierung in Abstufung nach dem Zielerfüllungsgrad. Der Landwirt bleibt bei dieser Methode selbst im Ökologiebereich freier Unternehmer, er erwirbt das für den Erfolg seines Handelns notwendige Wissen und Können und verändert, wie es vielfach zu beobachten ist, seine das Handeln bestimmenden Werte und Normen in Richtung eines stärker ökologisch bestimmten Naturverständnisses (KNAUER 1989, 1992a, 1992b). Die Änderungen von Werten und Normen in den Köpfen der Landwirte ist als eine ganz wesentliche Basis dieses Verfahrens anzusehen, sie ist aber auch ein wichtiges positives Ergebnis dieses Verfahrens.

Als wichtige Information müssen die Landwirte erfahren, welche ökologische Struktur in einer gegebenen Landschaft angestrebt wird. Die Übersicht 6 gibt dafür ein Beispiel wieder.

Eine solche Übersicht stellt den „Nachfragerahmen“ dar. Der Entwicklung eines solchen Nachfragerahmens liegen bestimmte Vorstellungen über das Vorkommen wichtiger Pflanzen- und Tierarten und deren Ansprüche an den Lebensraum, vor allem auch an das Minimumareal zugrunde. Die Übersicht 7 gibt auszugsweise einige Vorstellungen wieder.

Die „Angebote“ der einzelnen Landwirte füllen diesen Rahmen aus. Als Angebote verschiedener Landwirte treten sie miteinander in Konkurrenz um das Honorar.

Für eine Honorierung nach quasimarktwirtschaftlichen Bedingungen muß eine einfach durchführbare Bewertung der ökologischen Leistungen vorgenommen werden können. Dazu wird ein Ökopunkte-Katalog benutzt, in dem die Angebots-Flächengröße, die Vegetationsvielfalt und das Vorkommen seltener Pflanzenarten, die Standortqua-

Übersicht 6

Beispiel für die ökologisch angestrebte Struktur verschiedener Agrarlandschaften (KNAUER 1992a).

	Landschaftstyp					
	1	2	3	4	5	6
Feldgrößen für Ackerflächen in ha	3-5	5-10	5-15	5-20	3-5	3-6
Heckendichte in lfd. m/ha	>50	40-50	40-50	5-10	40-50	40-50
Verteilungsdichte von Feldgehölzen je 100 ha	1	0,8	0,5	0,5	1	1
Breite von Kompensationszonen an Hecken in m	3	4	5	5	4	4
Anzahl von Solitärbäumen je 100 ha	10	10	5	5	10	10
Verteilungsdichte von Feldrainen und Altgrasbeständen in lfd. m/ha	20-30	20-30	20-30	50	20-30	20-30
Verteilungsdichte von Tümpeln je 100 ha	1	1	1	1		
Anteil extensiv genutzter Ackerflächen in %	10	5	5	5	10	10
Acker-/Grünland-Verhältnis in %	50/50	60/40	75/25	90/10	50/50	40/50
Anteil extensiver Grünlandflächen in %	25	25	20	5	25	25
Breite von Kompensationszonen an Gewässern in m	>5	>8	>8	>8	>5	>5
Landschaftstypen: 1 = Gebiet mit leichten, meist winderosionsgefährdeten Böden, Ackerzahl < 25, überwiegend nährstoffarm, Wasserversorgung begrenzt 2 = Gebiet mit mittleren Böden, Ackerzahl zwischen 30 und 50, meist nährstoffreich, Standorte ohne Wassermangel 3 = Gebiet mit guten Böden, Ackerzahl > 50, nährstoffreich, Niederschläge > 600 mm 4 = Gebiet mit guten Böden, Ackerzahl >60, nährstoffreich, hängiges Gelände 5 = Gebiet mit guten Böden, Ackerzahl >50, meist nährstoffreich, hängiges Gelände 6 = Gebiet mit Gesteinsverwitterungsböden im hängigen Gelände, Ackerzahl >30, unterschiedlich nährstoffreich, Erosionsgefährdung						

lität und schließlich die Seltenheit in der Landschaft mit Punkten bewertet werden (siehe KNAUER 1989, 1992a, 1992b). Die auf verschiedenen Flächen und von verschiedenen Landwirten erbrachten Leistungen sind damit bewertend vergleichbar. Bei der Honorierung kann der Grad an Zielerfüllung berücksichtigt werden. Eine solche Methode ist von vornherein zielorientiert aufge-

baut und setzt auf den Erfindungsreichtum der einzelnen Landwirte bei der Erwirtschaftung ökologischer Leistungen. Der Vorteil einer Honorierung ökologischer Leistungen liegt außerdem darin, daß jeder einzelne Landwirt, der dabei mitmacht, bereits am Anfang die sein Handeln bestimmenden Werte und Normen auf das Ziel Erbringung ökologischer Leistungen ausrichten muß

Übersicht 7

Minimumareale und tolerierbare Entfernungen zwischen bestimmten Biotoptypen
(Auswahl nach RIESS 1988)

Biotoptyp	charakteristische Arten	Minimalgröße und -abstand
Weiher u. Teiche	Amphibien	Minimalpopulation je Art: 100 Individuen; Minimal-Wasserfläche 100 m²; Maximalabstand zwischen mehreren Weihern: 2-3 km
Feucht- grünland	Brachvogel, (damit abgedeckt: Bekassine, versch. Wiesenkleinvögel)	1 Brutpaar benötigt 25 ha Grünland; 1 Population sollte mind. 10 Brutpaare umfas- sen; Minimumareal: 250 ha; Abstand mehrerer Minimumareale: bis 10 km
	Weißstorch (damit abgedeckt: Kleinsäuger, Kleinvögel, Amphibien u. a.)	1 Brutpaar benötigt 200 ha Wiesenfläche; Minimumpopulation: 30 Horstpaare; Horstabstände: < 10 km
	Birkhuhn	im Flach- und Hügelland: Minimumpopulation: 50 Brutpaare; Minimumareal: 2500 ha; Abstand der Minimumareale: 1 bis 3 km
	Heuschrecken	Minimumareal: 1 ha; Teilflächen im Abstand von 100 m können genutzt werden; Abstand der Minimumareale: 1-2 km
Trocken- rasen	Zahlreiche Schmetterlinge, Feldgrille, Hummel, Weg- u. Grabwespen, Eidechsen	Minimumareal: 3 ha; Teilflächen im Abstand weniger als 100 m können genutzt werden; Maximalabstand der Minimumareale: 1-3 km
Hecken	Vögel (damit abgedeckt: Kleinsäuger, Reptilien, Insekten, Schnecken)	Minimumareal muß für jeweils 10 Brutpaare einer Heckenvogelart ausreichen; möglichst 10 km Heckenlänge im Gebiet
Feldgehölze	Kleinvögel (damit abgedeckt: Kleinsäuger, Reptilien, Insekten, Schnecken)	Minimumareal: 5 bis 10 ha aus verschiedenen Teilflächen; Maximalabstand 500 bis 1500 m; Abstand der Minimumareale: 5 bis 10 km

und daß er außerdem ein besonderes Wissen und Können erwerben muß. Sowohl die geänderten Werte und Normen als auch das neue Wissen und Können stellen eine wichtige Grundlage für das Verständnis der benötigten Biodiversität in einer Agrarlandschaft dar.

6. Schlußfolgerung

Biodiversität in der landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft hat nicht nur eine landschafts-ökologische Bedeutung, sondern auch eine agrar-ökologische. Vor einer planmäßigen Wiederentwicklung, an vielen Orten auch der erstmaligen Entwicklung einer größeren Biodiversität, müssen daher sowohl landschaftsökologische als auch agrarökologische Ziele beschrieben und Wege zu deren Realisierung gesucht werden.

Von den verschiedenen Wegen zur Realisierung sind jene des Vertragsnaturschutzes zweifellos kurzfristig sehr erfolgreich. Der Erfolg ist dabei in hohem Maße von den Aktivitäten der Naturschutz-behörden sowie den zur Verfügung stehenden Mit-teln abhängig. Es gibt viele Beispiele für den Er-folg dieses Verfahrens. Man muß aber erkennen, daß der Vertragsnaturschutz, also die vertragliche Zusammenarbeit von Landwirten und Natur-schutzbehörden, die grundsätzliche Verhaltens-weise von Landwirten nicht verändert. Die daran beteiligten Landwirte wirtschaften immer noch nach Werten und Normen einer ökonomisch be-stimmten Wirtschaft.

Wenn Bewirtschaftungsverträge mit Ge- und Ver-boten und von den Landwirten als „Entschädi-gung“ angesehenen Zahlungen das Problem nicht lösen, muß man mit anderen Methoden die Werte und Normen der Menschen zu beeinflussen su-

chen. Das Modell „Internalisierung positiver externer Effekte“ — oder anders ausgedrückt „die Honorierung ökologischer Leistungen“ setzt an dieser Stelle an. Damit wird ein anderer Rahmen geschaffen. Daß dieses Modell tatsächlich funktioniert, ist in Österreich inzwischen in der Praxis nachgewiesen und wird in Schleswig-Holstein sowie in Brandenburg zur Zeit bearbeitet.

7. Literatur

BASEDOW, Th. (1988):
Feldrand, Feldrain und Hecke aus der Sicht der Schädlingsregulation.-Mitt. aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 247, 129-138. P. Parey, Berlin und Hamburg

BLAB, J. (1984):
Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Kilda-Verlag, Greven

KNAUER, N. (1989):
Katalog zur Bewertung und Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft.-VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongreßband 1988, Teil II, 1241-1162.

—— (1990):
Agrarökosysteme im konventionellen und im integrierten Landbau. In: DIERCKS, R. und HEITEFUß, R. (Hrsg.): Integrierter Landbau. BLV-Verlagsges., München, Wien, Zürich.

—— (1992a):
Honorierung „ökologischer Leistungen“ nach marktwirtschaftlichen Prinzipien.-Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 33, 65-76.

—— (1992b):
Die Internalisierung positiver externer Effekte — ein Stiefkind der umweltpolitischen Diskussion.-Informationen zur Raumentwicklung, H. 2/3, 141-149.

—— (1993):
Ökologie und Landwirtschaft. Situation. Konflikte. Lösungen. Verlag E. Ulmer, Stuttgart, im Druck.

KNAUER, N. und MANDER, Ü (1989):
Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein. 1. Mitteilung: Filterung von Stickstoff und Phosphor.-Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 30, 365-376.

—— (1990):
Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein. 2. Mitteilung: Filterung von Schwermetallen.-Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 31, 52-57.

KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (1992):
Verordnung (EWG) Nr. 2293/92 der Kommission vom 31. Juli 1992 mit Durchführungsbestimmungen für die Flächenstilllegung nach Artikel 7 der Verordnung (EWG) Nr. 1765/92 des Rates.-Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 221/19-21.

LESER, H. (1991):
Landschaftsökologie. 3. Aufl. UTB 521. Ulmer, Stuttgart

RIESS, W. (1988):
Konzepte zum Biotopverbund im Arten- und Biotop-schutzprogramm Bayern.-Laufener Seminarbeiträge 10/86: Biotopverbund in der Landschaft. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach

RINGLER, A. (1981):
Feuchtgebiete Bayerns Verluste, Bedeutung, Erhaltung.- (Tagungsbericht) Laufener Seminarbeiträge 10/81, 25-113. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach

STEINMANN, F. (1991):
Die Bedeutung von Gewässerrandstreifen als Kompensationszonen im Grenzbereich zwischen landwirtschaftlichen Nutzflächen und Gewässern für die Immobilisierung der löslichen Fraktion von Stickstoff und Phosphor aus der gesättigten Phase. Aufgezeigt an einem niedermoorartigen Gewässerrandstreifen im Hügelland Ostholsteins. Diss. Agrarwiss. Fak. der Universität Kiel.

STORCK-WEIHERMÜLLER, S. und H. SCHMUTTERER (1990):
Entomologisch-ökologische Aspekte in Beziehung zu den Maßnahmen der Produktionstechnik im Winterweizen und zum Einfluß von naturnahen Randbiotopen. DFG-Forschungsbericht Integrierte Pflanzenproduktion, 91-107 VCH-Verlagsgesellschaft, Weinheim

STROTDREES, J. (1990):
Die Wirkung unterschiedlicher Produktionstechniken auf die Segetalflora im Ackerschonstreifen untersucht an zwei in ihrer abiotischen Faktorausstattung unterschiedlichen Standorten. Diss. Agrarwissenschaft. Fak. der Universität Kiel.

TIMMERMANN, D. (1991):
Überwinterung und Ausbreitung von Laufkäfern (*Carabidae*) im Agrarökosystem. Diss. Universität Kiel.

TISCHLER, W. (1965):
Agrarökologie. G. Fischer, Jena

VEREIN zur Förderung der Landentwicklung und intakter Lebensräume (1991):
Modell Ökopunkte Landwirtschaft.-Baden

WELLING, M., PÖTZL, R. A. und JÜRGENS, D. (1988):
Untersuchungen in Hessen über Auswirkung und Bedeutung von Ackerschonstreifen. 3: Epigäische Raubarthropoden.-Mitt. aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 247, 55-64. P. Parey, Berlin und Hamburg.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Norbert Knauer
Buschberg 8
D-24161 Altenholz (Kiel)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege \(ANL\)](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [19_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Knauer Norbert

Artikel/Article: [Biotische Vielfalt in der Agrarlandschaft - Notwendigkeit und Strategie zur Entwicklung einer Biodiversität durch die Landwirtschaft 73-84](#)