

# Konzept eines Netzes aus ökologischen Zellen in der Agrarlandschaft und Bedeutung für das Agrarökosystem

Norbert Knauer

## 1. Einleitung

Die Agrarlandschaften der Bundesrepublik Deutschland sind geprägt von

- großflächigen Ackerlandschaften der fruchtbaren Ebenen,
- kleinstrukturierten Ackerlandschaften des Hügellandes und der Mittelgebirge,
- ausgedehnten Grünlandgebieten der Küstenzonen,
- Grünlandgebieten der Mittelgebirge
- usw.

Die von Ackerflächen, Wiesen und Weiden, Fließgewässern, Teichen und Tümpeln, verschieden ausgebauten Wegen usw. geprägte Agrarlandschaft ist das Ergebnis einer langen Entwicklung, in der z. B. Moore, Sümpfe, Brüche und andere Reste der Naturlandschaft immer kleiner geworden sind. Während dieser Entwicklung sind aber andere landschaftsprägende Elemente mit naturnahem Charakter durch den Menschen angelegt worden, wie z. B. Raine, Steinwälle, Trockensteinmauern, Hecken, Feldgehölze, Feldbäume, Wassergräben, Wegeböschungen, Hohlwege usw. Diese naturnahen Landschaftselemente bilden in der Gegenwart das Strukturgerüst der Landschaft und sie fungieren auch als ökologische Zellen.

Der Artenreichtum von Flora und Fauna hat in der Kulturlandschaft erheblich abgenommen. Artenreiche Pflanzen- und Tiergesellschaften können nur in reich strukturierten Lebensräumen erhalten oder neu geschaffen werden (SUKOPP 1981). Notwendig ist eine hohe Habitatdiversität und eine so dichte Verteilung der Habitate im Raum, daß ein Biotopverbund existiert.

Die für ein solches Biotop-Verbundsystem wichtigen Landschaftsbestandteile haben in Abhängigkeit von ihrer Raumstruktur (bandartig, flächig, punktförmig), ihrer Vegetationsstruktur (baum- und strauchbetont, krautreich, grasbetont), ihrer besonderen Standortqualität (Lebensraum für häufige oder für seltene Arten) usw. zwar eine unterschiedliche, insgesamt aber eine lebenswichtige Bedeutung für die Pflanzen- und Tierarten der Agrarlandschaft. Hinsichtlich der Bedeutung der einzelnen Pflanzen- und Tierarten der Kulturlandschaft ist man sich heute darüber im klaren, daß mit jeder aussterbenden Art ein unwiderbringlicher Typus verloren geht, der das Ergebnis einer langen Entwicklung ist und mit dessen Verlust alle zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten abgeschnitten sind (SUKOPP 1981).

Die Agrarlandschaft läßt sich auch als Agrarökosystem beschreiben, welches aus den Feldern mit ihren Kulturpflanzen und Unkräutern, den Grünlandflächen mit ihren wertvollen Futterpflanzen, aber auch den wertlosen bis schädlichen Pflanzenarten besteht, und auch aus den zwischen den Feldern oder zwischen den Grünlandflächen liegenden Landschaftselementen. Die verschiedenen, hier als »ökologische Zellen« bezeichneten, Landschaftselemente wie Hecken, Feldraine, Feldgehölze, Gräben, Tümpel usw., sind wichtige Teillebensräume für verschiedene Lebewesen, die z. B. ganz allgemein zur Agrarzoönose gehören.

Wichtige ökologische Regelungen im Agrarökosystem werden z. B. vom Schädlings-Nützlings-Spektrum der zwischen den Feldern vorkommenden Landschaftsbestandteile beeinflußt.

Auch, oder vor allem, die gegenwärtig viel diskutierten »Integrierten Systeme der Pflanzenproduktion« sind auf diese Teillebensräume angewiesen, damit die biologischen Regelungen der Schädlings-Nützlings-Verhältnisse sozusagen als umweltkonforme Regelungsmechanismen wirksam werden können. Ziel der integrierten Systeme ist es, die schädlichen Fraßkreisläufe durch Förderung der Folgeglieder in der Nahrungskette zu unterbrechen. Damit müssen für die als Nützling bezeichneten Lebewesen Bedingungen geschaffen werden, die diesen Lebewesen eine regelmäßige Möglichkeit zum Aufbau ausreichend großer Populationen ermöglichen. In der intensiv genutzten Agrarlandschaft können sich solche tierischen Lebewesen und oft auch deren Nahrungspflanzen oder der für die Vermehrung bedeutenden Pflanzen nur in naturnahen Landschaftsbestandteilen entwickeln. Je weniger solche Landschaftsbestandteile vorhanden sind, je stärker diese durch Maßnahmen der landwirtschaftlichen Produktion belastet werden und je ungünstiger sie verteilt sind, umso stärker werden lokale Populationen isoliert und häufig als Folge einer ökologischen Katastrophe auch vernichtet. Die ökologischen Zellen werden also in einer für das Überleben der verschiedenen Lebewesen optimalen Größe und der einem Verbundsystem angemessenen Dichte benötigt.

## 2. Für ein ökologisches Netz wichtige Strukturelemente der Agrarlandschaft

Wichtige und relativ häufige Strukturelemente der Agrarlandschaft mit dem Charakter von ökologischen Zellen sind die Hecken und Feldgehölze, Feldraine, Wege- und Straßenränder sowie die Böschungen, die Ruderalflächen, Heiden, Waldparzellen, die Bach- und Flußuferstreifen, die Tümpel und Teiche nebst Uferzonen, die einzelnen Grünlandparzellen usw. In Grünlandgebieten sind es vor allem Flüsse und Bäche, künstliche Vorfluter, Teiche und Tümpel, Moore, Sümpfe und Brüche, Grünlandbrachen, Wegränder, Hecken, Baumreihen, Gehölzflächen usw. Eine besondere Bedeutung haben dabei die von Gehölzvegetation gebildeten Hecken und Feldgehölze. Bei den Hecken liegt die Bedeutung sowohl im abiotischen als auch im biotischen Bereich. Aus den vielen Einzeldaten abiotischer Wirkungen sei hier das weniger oft erwähnte Staubbindungsvermögen herausgegriffen. Diese Fähigkeit hängt mit der Windbremsung durchlässiger Hecken zusammen und wird von der Struktur der Blätter, ihrer Behaarung usw. beeinflußt. Analog zum Staubbindungsvermögen haben die Hecken auch eine Filterwirkung für andere Stoffe, etwa für die in der Schwebe befindlichen Pflanzenschutzmittel oder für anliegende Unkrautsamen.

Für die biotische Wirkung von Hecken verweisen wir auf die Bedeutung als Lebensraum für Vogel-

arten. Die Besiedlungsdichte mit verschiedenen Brutvögeln hängt beispielsweise von der Heckenbreite ebenso ab wie von der Zusammensetzung der Gehölzflora. Als ökologische Zellen haben aber auch gras- und krautbetonte Flächen eine große Bedeutung. Hier sind nicht nur Lebensbedingungen für eine große Anzahl wirbelloser Tierarten vorhanden, sondern auch für verschiedene carnivore und herbivore Vogelarten.

### 3. Entwicklung der Agrarlandschaft und Folgen für das ökologische Netz

Nach Beendigung der »horizontalen Expansion«, in der als eine Art Kolonisation die Agrarfläche durch Waldrodung, Heidekultivierung, Moorkultivierung usw. vergrößert wurde und bei der mit der Schaffung neuer Kulturflächen oft auch die typischen Strukturelemente der Agrarlandschaft mitgeschaffen wurden, kam es zugleich mit der »vertikalen Expansion« zu einer Übernahme des technischen Fortschrittes mit erheblichen negativen Folgen für das ökologische Netz. Die Abbildung 1 informiert über die Bedeutung verschiedener Teilbereiche des technischen Fortschrittes für die Felder und die ökologischen Zellen.

Im Laufe der Entwicklung der letzten zwei Jahrzehnte hat sich die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe stark verkleinert und gleichzeitig ist die mittlere Betriebsgröße angestiegen. Mit dieser Entwicklung ist auch eine Änderung der Feldergröße und der Felderstruktur verbunden. Weil eine Vergrößerung von Feldern in der Regel mit einem Verlust an zwischen einzelnen Feldern liegenden Landschaftselementen verbunden ist, hat diese Entwicklung zu einer Verringerung der Anzahl ökologischer Zellen geführt, was nahezu immer gleichbedeutend ist mit einer Aufweitung des ökologischen Netzes. Mit der Abbildung 2 wird das für das Heckennetz einer schleswig-holsteinischen Landschaft belegt.

Die Biotopverlusten in der Agrarlandschaft hängen also eng mit dem technischen Fortschritt zusammen. Die »Anlaufphase des Biotopschwunds« (RINGLER 1980) wurde im wesentlichen noch von Einzelmaßnahmen der Melioration bestimmt, die Reduktion ökologischer Zellen war klein und die Isolation niedrig bzw. wenig verändert. Die Landwirtschaft befand sich noch in einer Phase mittlerer Technik. Ausgedehnte Kultivierungsmaßnahmen, damit verbundene Flußregulierungen und der Einzug der Großtechnik in die Landwirtschaft waren mit einer systematischen Biotop-Umwandlung verbunden. Die Reduktion ökologischer Zellen war erheblich und mit der Veränderung der Felderstruktur, des Straßen- und Wegenetzes usw. nahm die Isolation der einzelnen ökologischen Zellen stark zu. Hinsichtlich des ökologischen Netzes können wir von einer »Zerfallsphase« sprechen, weil die Bedingungen der funktionalen Vernetzung schrittweise zerstört werden. In diese Phase fällt die steigende Aussterberate von Pflanzen- und Tierarten in unserer Kulturlandschaft. Für die hohe Aussterberate ist zweifellos auch der Zerfall des ökologischen Netzes mitverantwortlich.

### 4. Ökologische Bedeutung der Strukturelemente in der Agrarlandschaft

Ökologische Zellen in der Agrarlandschaft haben also ganz allgemein für die Pflanzen- und Tierarten der Landschaft eine große Bedeutung. Andererseits sind sie die Basis für jene biologischen Regelungen im Agrarökosystem, die als »integrierter Pflanzenschutz« bekannt sind und neuerdings als »integrierter Pflanzenbau« in die praktische Landwirtschaft Eingang finden.

Hinsichtlich der Bedeutung ökologischer Zellen der Agrarlandschaft für den Naturschutz ist anzumerken, daß für viele Lebewesen der Kulturlandschaft das hier vorhandene Lebensraummosaik so wichtig ist, daß BAUER und WEINITSCHE (1973) die Erhaltung und die Pflege einer optima-

Abbildung 1

Wirkung des technischen Fortschrittes in der Agrarlandschaft (KNAUER 1983, verändert)

Teil des technischen Fortschrittes	Wirkung auf		Wirkung auf	
	Felder	ökologische Zellen	Felder	ökologische Zellen
Mechanisierung	Vergrößerung der Schläge	Verminderung der Anzahl an Zellen Verminderung des Abstandes zwischen ökologischen Zellen	Gefährdung von Bodenstruktur	Gefährdung von Populationsregulation
Melioration	Vergrößerung der durchwurzelbaren Bodenschicht	geringe direkte Wirkung, jedoch Fernwirkung	Erhöhung der Ertragsfähigkeit	Änderung des Naturhaushaltes
Düngung	Erhöhung des Nährstoffvorrates Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit	Anhebung der Trophiestufe	Verringerung der Standortvielfalt	Verarmung der Biozönose
Pflanzenschutz	Bekämpfung von Unkräutern, Schädlingen, aber auch Wirkung auf Nützlinge	negative Folgen durch Abdrift	Verringerung der Leistungsfähigkeit von Regelmechanismen des Ökosystems	Wirkung auf die Populationsdynamik
Pflanzenzüchtung	Anbau von Hochleistungskulturen	keine direkte Wirkung	höhere Düngung notwendig	bei Resistenzzüchtung Verringerung von Pflanzenschutzmaßnahmen
Anbauspezialisierung	Verringerung der Kulturartenvielfalt	Verringerung der Austauschmöglichkeit mit Feldern	Förderung der Einseitigkeit	Förderung der Aussterberate von Pflanzen u. Tieren

1877



1971



1954



1979

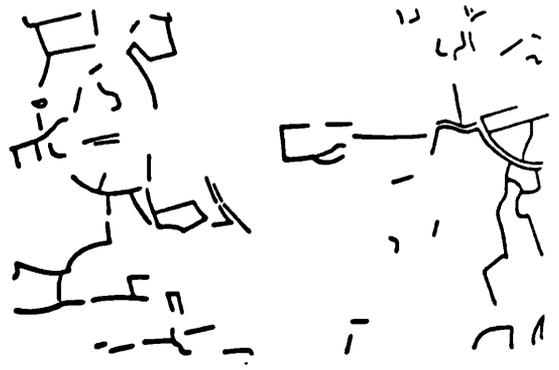


Abbildung 2

Veränderung der Knickdichte in einer schleswig-holsteinischen Agrarlandschaft zwischen 1877 und 1979 (KNAUER 1986, verändert)

len Biotopmannigfaltigkeit als wichtigen Beitrag der Wirtschaftslandschaft zum Naturschutz bewertet haben.

Die meisten der in der Kulturlandschaft vorkommenden Biotope sind mit Inseln vergleichbar. Die Überlebenschancen der einzelnen Lebewesen und Lebensgemeinschaften sind hier umso besser, je größer diese Lebensstätten sind und je dichter sie mit anderen Lebensstätten von ähnlicher Grundausstattung vernetzt sind.

Die ökologischen Zellen besitzen als Habitatsinseln zwar eine ihnen eigene Gesellschaft an Lebewesen, sie erfahren aber auch eine Veränderung ihres Artbestandes durch Zuwanderung und durch Abwanderung. Die ökologischen Zellen der Agrarlandschaft sind vor allem für die als Gegenspieler von Schaderregern wirkenden Lebewesen besonders wichtig und sie sind praktisch nicht durch eine nur extensivere Wirtschaftsweise auf den Feldern zu ersetzen. Selbst im biologischen Landbau, wo es zunächst das Ziel ist, »der Kulturpflanze einen ihrem ökologischen Optimum entsprechenden Standort zu bieten« (DIERCKS 1983), fallen die Optima für die Lebensmöglichkeiten der Kulturpflanzen und der Schaderreger nicht selten zusammen und daher haben auch hier, oder gerade hier, die Kleinbiotope neben anderen Maßnahmen, wie artenreiche Fruchtfolge, besondere Bodenbearbeitung, Düngung usw., eine große ökologische Bedeutung. Von hier sollen schließlich die Gegenspieler der Schädlinge kommen und diese auf eine Populationsdichte unterhalb der Schadensschwelle drücken.

Die Mindestgröße ökologischer Zellen ist nicht einfach normierbar. MÜHLENBERG (1984) hat mit einer experimentellen Verkleinerung von Wiesen nachgewiesen, daß mit der Lebensraumver-

kleinerung eine Erhöhung des Artenwechsels und eine Verringerung der Individuendichte verbunden ist, wodurch die Aussterbewahrscheinlichkeit einer Art steigt. Ökologische Zellen im Naturschutzverbundsystem müssen dieses Risiko berücksichtigen und daher entsprechend groß sein. Habitatsinseln für den Naturschutz müssen in jedem Falle eine Individuendichte gewährleisten, die eine regelmäßig wiederkehrende Reproduktion der gesamten Biozönose solcher Inseln sichert.

Die Bedeutung ökologischer Zellen für das Agrarökosystem kann man recht gut mit der Aktivität von Laufkäfern demonstrieren. Die Besiedlung von Hecken mit Laufkäfern wird vom Umfeld, von der Nähe zu anderen naturnahen Biotopen, vom Alter der Hecke, ihrem Mikroklima und insbesondere auch von Barrieren beeinflusst. Ausgedehnte Felder der Intensivlandwirtschaft, die durch Herbizide nahezu unkrautfrei gehalten und auch noch mit Insektiziden behandelt werden, bieten nur noch besonders anpassungs- und widerstandsfähigen Arten Ausbreitungsmöglichkeiten. Als Barrieren wirken die auch in der Agrarlandschaft mit Schwarzdecke versehenen Straßen und Wege. Davon werden vor allem die flugunfähigen Arten betroffen und diese Arten wiederum kommen in Landschaften mit höheren Hecken- und Waldanteilen besonders häufig vor.

Für die Landwirtschaft stellen die ökologischen Zellen aber das Potential des integrierten Pflanzenschutzes und des integrierten Pflanzenbaues dar. Die Hecken als klassische Saumbiotope sind wichtig als Rückzugsraum und als Überwinterungsraum für die Nützlinge. Eine regelmäßige ökologische Leistung ist aber nur erwartbar, wenn solche Saumbiotope in der Agrarlandschaft als Netz verteilt und miteinander verbunden sind.

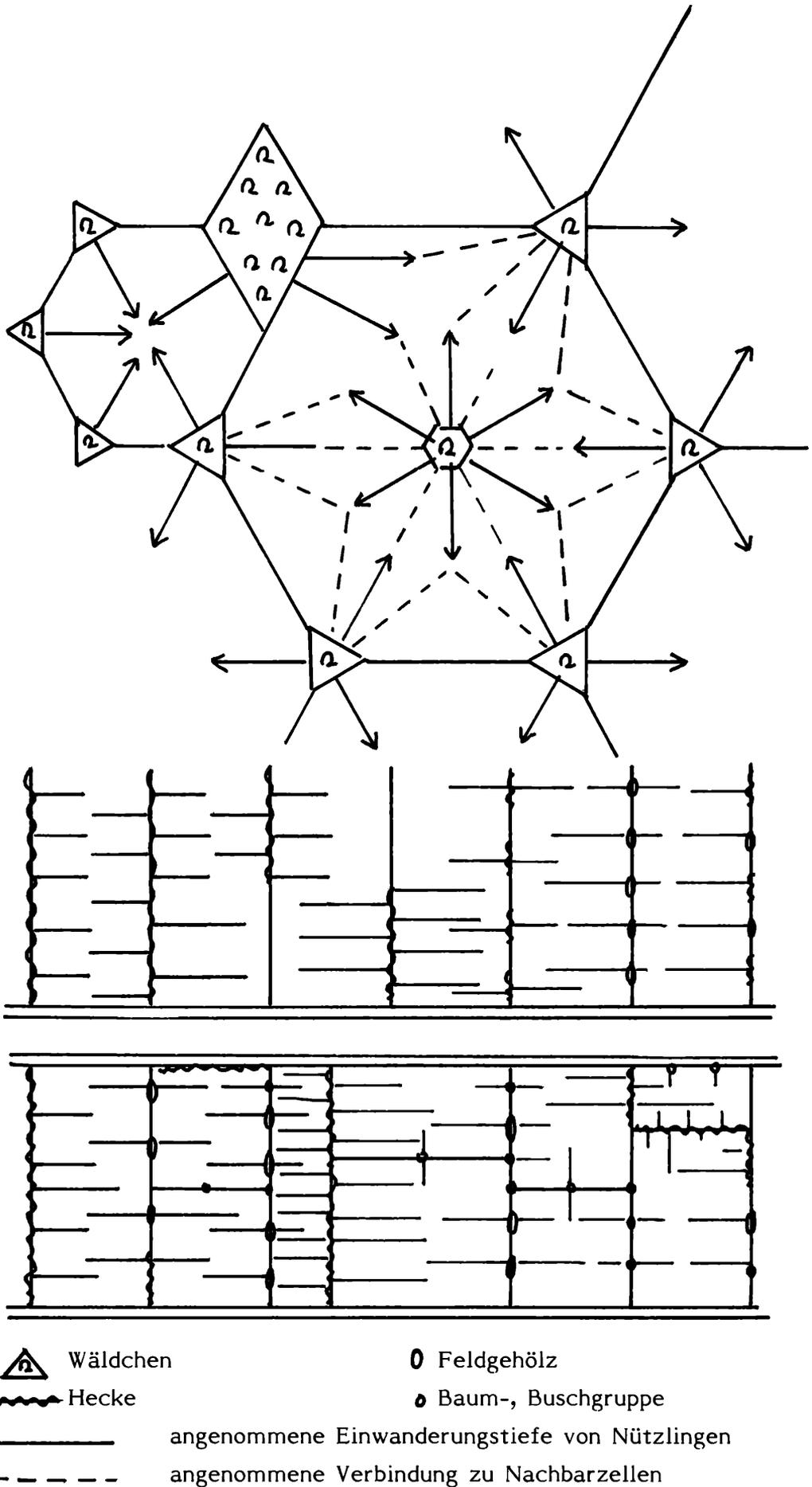


Abbildung 3  
Günstige Verteilungsmuster ökologischer Zellen in der Agrarlandschaft

## 5. Anzustrebende Felder-/Strukturelement-Verteilung in der Agrarlandschaft

Als ideale Verteilung von ökologischen Zellen in der Agrarlandschaft ist bei barrierefreier Anordnung im Raum eine solche anzunehmen, bei der alle davon abhängigen Lebewesen solche Einwanderungs- und Auswanderungsbedingungen vorfinden, daß eine Art Gleichgewichtszustand der Arten möglich ist. Die Ausdehnung der einzelnen ökologischen Zellen sollte gerade so groß sein, daß die wichtigsten Arten die ganze Zelle besiedeln und sich keine Teilbesiedlungseffekte (Halbinsel-effekte nach DIAMOND und MAY 1980) herausbilden. Als wichtige Bestandteile des ökologischen Netzes sind jedoch auch die vielen kleinen Reservate von Bedeutung. Hier können viele Arten überleben und bei Epidemien in einzelnen Reservaten werden nicht alle Arten des größeren Gebietes ausgerottet.

In der Abbildung 3 sind einige theoretische Verteilungsmuster für ökologische Zellen in der Agrarlandschaft ausgezeichnet. Oben ist eine inselartige Verteilung von Zellen dargestellt, in der Mitte eine bandartige Verteilung mit Hecken und Heckenteilen. Unten sind verschieden große Felder und verschiedene Strukturelemente eingezeichnet. Wenn man als Wanderungsstrecken für die verschiedenen, aus den ökologischen Zellen kommenden Lebewesen 50, 100 und 150 m annimmt, können die hier dargestellten Felder-/Strukturelement-Verhältnisse als günstig bezeichnet werden. Basis der Besiedlungsmöglichkeit sind die Saumzonen, die beim Vorkommen bandartiger Elemente einen größeren Anteil je ha aufweisen als bei ausschließlichem Vorkommen punktförmiger Strukturelemente. Bei den üblichen länglichen Feldformen und relativ kleinen Feldern können günstigere Bedingungen vorliegen oder entstehen als bei großen Feldern.

Anzustreben sind also möglichst kleine Felder, was auch bei der Übernahme der modernen Bearbeitungs-, Pflege- und Erntetechnik möglich ist.

## 6. In der Agrarlandschaft vorkommende Felder-/Strukturelement-Verteilung

In der Abbildung 4 ist eine norddeutsche Agrarlandschaft aufgezeichnet, die von einem sehr dichten Heckennetz geprägt ist. Die auf bandartige ökologische Zellen angewiesene Agrarfauna hat hier günstige Überwinterungs- und Rückzugsmöglichkeiten. Das Verhältnis »ökologische Netzfläche« zu landwirtschaftliche Nutzfläche liegt in Landschaften dieses Typs bei 3–8 zu 100 und der Saumzonenanteil bei 100 bis 150 m je ha.

In der Abbildung 5 ist eine andere Agrarlandschaft der norddeutschen Ebene wiedergegeben, die sich von der Landschaft der Abbildung 4 durch das Fehlen von Hecken abhebt. Die ökologischen Zellen werden hier von Wäldern gebildet, die relativ gleichmäßig auf das Gebiet verteilt sind. Diese Landschaft entspricht einem theoretischen Verteilungsmuster der ökologischen Zellen, wie in der Abbildung 3 oben wiedergegeben.

In der freien Landschaft sind neben Agrarlandwirtschaftstypen mit mehr oder weniger gleichmäßiger Verteilung der Strukturelemente aber auch solche mit ausgesprochen ungleicher Verteilung anzutreffen. Insbesondere in früher heckenreichen Landschaften ist durch die ungleiche Auflösung des Heckennetzes (siehe dazu Abbildung 2) nicht mehr überall eine einfache Besiedlung der Felder möglich. Hier ist noch anzumerken, daß der kartennmäßige Nachweis des Vorhandenseins von Landschaftselementen mit einem hohen ökologischen Leistungspotential noch kein Nachweis für die tatsächlichen Leistungen bei der Schädlings-Nützlings-Regulation ist. Die Karten sagen nämlich nichts über die Qualität der einzelnen Elemente aus und auch nichts über deren Belastungen.



Abbildung 4

Heckennetz einer Agrarlandschaft der schleswig-holsteinischen Geest



Abbildung 5

Wälder als ökologische Zellen einer holsteinischen Agrarlandschaft

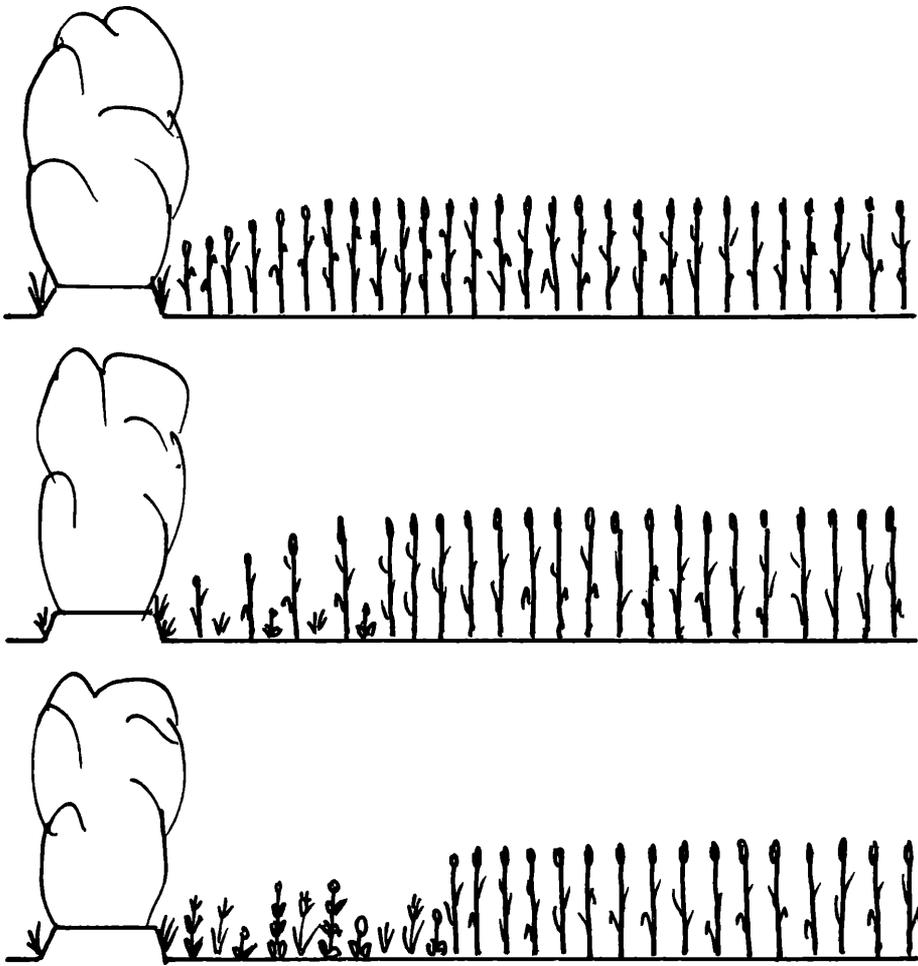
## 7. Kompensatorische Effekte einzelner Strukturelemente

Das ökologische Netz der Agrarlandschaft hat nicht nur Bedeutung als Lebensraum für die typischen Pflanzen- und Tierarten dieser Landschaft, sondern es ist auch in der Lage, die von verschiedenen Emittenten ausgehenden Belastungen zu kompensieren. Die Fähigkeit von Hecken, Staubpartikel aus der Luftströmung herauszufiltern, wurde schon erwähnt. In gleicher Art können auch die in Tröpfchenform verdrifteten Stoffe aus dem Luftstrom herausgefiltert werden, etwa Pflanzenschutzmittel, deren Abdriftweg bei fehlender Begrenzung durchaus mehrere Hundert Meter beträgt. HEINISCH et al. (1976) haben nach Auswertung eigener und fremder Analysen der Abdrift von Pflanzenschutzmitteln eine Reihung mit folgendem Ergebnis vorgenommen: UULV-Verfahren (ultra ultra low volume) vom Flugzeug > ULF-Verfahren (ultra low volume) per Flugzeug oder per Bodengerät > Stäuben vom Flugzeug > Nebeln vom Boden > Stäuben vom Boden > Sprühen vom Flugzeug > Sprühen vom Boden > Spritzen mit Bodengeräten > Anwendung von Granulaten > Einsatz von Ködern. So weit die als Saumbiotop ausgebildeten Hecken als Filter wirken, erfahren sie eine Belastung. Man muß im Laufe der Zeit mit einer Abnahme ihrer kompensatorischen Wirkung rechnen und auch mit einer Verringerung ihrer ökologischen Funktionen auf Grund der Belastungen, aber auch wegen der Änderung ihrer Vegetationsstruktur. Zur Erhaltung der kompensatorischen Wirkung und zur Sicherung der besonderen Biotopcharakteristika ist daher die Einschaltung eines Schutzstreifens entlang dieser Saumbiotop zu anstreben.

Zur Verbesserung der ökologischen Leistungsfähigkeit bandartiger Landschaftsstrukturelemente ist die Fernhaltung von Belastungen notwendig. Bei der üblichen intensiven landwirtschaftlichen Nutzung bis an die Grenze vorhandener Hecken,

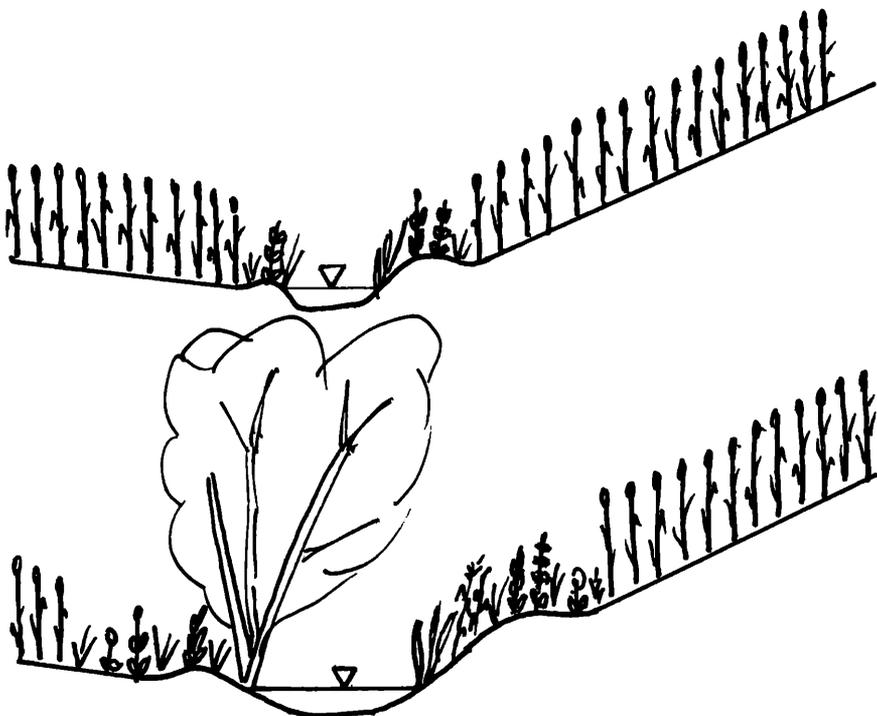
wie sie in der Abbildung 6 oben dargestellt ist, kommt es zwangsläufig zu mehr oder weniger großen Belastungen dieser bandartigen ökologischen Zellen durch Eintrag von Dünge- und von Pflanzenschutzmitteln. Wir haben hier den Fall einer langsamen oder unter Umständen auch schnellen Verringerung der kompensatorischen und der ökologischen Leistungsfähigkeit der Hecke vor uns. In der Mitte der Abbildung 6 ist die von uns gegebene Empfehlung eines relativ extensiven Randzonenmanagements dargestellt (KNAUER 1986). Die hier vorgeschlagene extensivere Randzonenbewirtschaftung mit geringerer Bestandesdichte, niedrigerem Düngereinsatz und anderem Pflanzenschutzprogramm ist die logische Folge der auch durch intensive Wirtschaftsmaßnahmen nicht zu verdrängenden Heckenrandwirkung. In der Heckenachbarschaft ist nur ein niedrigeres Ertragspotential realisierbar als im übrigen Feldbereich. Unten in der Abbildung 6 ist die Situation bei Überführung eines Randstreifens in eine unbewirtschaftete, jedoch durch späte Mahd gepflegte Gras- und Krautvegetation aufgezeichnet. Die hier dargestellte Wildkrautflur drängt auch den Einsatz von Agrarchemikalien von der Hecke so weit zurück, daß diese als Saumbiotop ihre Kompensativwirkung erfüllen kann. Von den beiden Alternativen ist aus agrar- und aus landschaftsökologischer Sicht der Entwicklung einer Wildkrautflur der Vorzug zu geben.

In der Agrarlandschaft stellen auch die Fließgewässer Saumbiotop mit großer ökologischer Bedeutung dar. Sie leiden jedoch in vielen Fällen unter dem Eintrag von Pflanzennährstoffen und von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere im hängigen Gelände, wo eine teilweise erhebliche Erosionsfracht den Weg in die Fließgewässer findet. Selbst dort, wo am Gewässerrand kleine Verwallungen entstehen (s. Abbildung 7 oben), ist praktisch immer an einzelnen Stellen ein unmittelbarer Zugang für das Erosionswasser vorhanden. Hinzu kommt, daß bei dem hier dargestellten Fließgewässer kei-



**Abbildung 6**

Verbesserung der ökologischen Wirkung einer Hecke durch Extensivierung der Randstreifennutzung (Mitte) oder durch Anlage einer Wildkrautflur (unten)



**Abbildung 7**

Verbreiterung der Saumzone eines Fließgewässers (oben) zur Kompensativzone (unten)

nerlei Beschattung die Verkrautung des eutrophierten Gewässers behindert. Fließgewässer dieser Ausprägung haben im Biotopverbund gegenüber Fließgewässern mit breitem Uferschutzstreifen und einer Gehölzeingrünung eine verminderte Bedeutung. Abhilfe kann hier nur durch eine Verbreiterung der Saumzone erfolgen, wie in der Abbildung 7 unten aufgezeichnet. Mit dieser Verbreiterung kann einerseits eine ausreichend breite Kompensativzone geschaffen werden, in welcher das eindringende Erosionswasser von seiner Sedimentfracht und dem Nährstoffgehalt befreit wird, und andererseits durch die Anpflanzung von Ufergehölzen eine Beschattung des Fließgewässers erreicht wird, die unkrauthemmend wirkt und damit den Pflegeaufwand in Grenzen halten hilft. Es soll hier aber nicht verschwiegen werden, daß solche Kompensativstreifen z. B. durch die Anreicherung mit Pflanzennährstoffen sich zu artenarmen, insbesondere von Stickstoff geprägten Vegetationsformen entwickeln können und in vielen Fällen auch tun.

## 8. Naturschutzeffekte von Strukturelementen

Eine Reihe von Strukturelementen kommt innerhalb der Agrarlandschaft nach Größe und Faktorausstattung in einer so günstigen Form vor, daß sie unmittelbare Bedeutung für den Naturschutz erlangen, wie mehrere Meter breite Hecken, ausgedehnte Feldgehölze, breite Gras- und Kräuterstreifen an Wegen, zwischen den Feldern, auf Böschungen usw. Manche dieser Elemente, wie z. B. Trockenmauern, können schon in relativ kleiner Dimension vollständiger Lebensraum für daran angepaßte Pflanzen- und Tierarten sein, und in Gegenden, wo solche Mauern aus locker aufgeschichteten Steinen entstanden sind, stellen sie für den Naturschutz eine nicht ersetzbare Basis dar und gleichzeitig sind sie Teile des agrarökologischen Verbundsystems mit Wirkung auf die Agrarzoozönose.

Nicht alle Strukturelemente haben einen deutlichen Naturschutzeffekt, obwohl fast alle mindestens als Trittstein fungieren können. Monotone Hecken, überdüngte und extrem artenarme Grasstreifen, regelmäßig von Pflanzenschutzmitteln stark betroffene Feldraine und Heckenränder sind meistens keine Lebensräume für bedrohte Lebewesen und ihr Naturschutzeffekt ist daher gering.

## 9. Empfehlungen zur Verbesserung der landschaftsökologischen Situation der Agrarlandschaft

Im Bundesgebiet gibt es Agrarlandschaften, denen ein Netz aus Strukturelementen, wie Hecken, Feldgehölzen, breiteren Feldrainen usw. fehlt, und in anderen Agrarlandschaften ist das Netz aus ökologischen Zellen sehr lückig. Im Zuge der allgemeinen Entwicklung der Landwirtschaft wurde ein vorhandenes ökologisches Netz oft noch zerstört, indem z. B. die bandartigen Landschaftsstrukturelemente entfernt wurden, wodurch in vielen agrarischen Vorranggebieten eine landschaftsökologische Verarmung stattgefunden hat. Bei der Wiederherstellung landschaftsökologisch und agrarökologisch günstiger Bedingungen geht es

— um die Herstellung des ökologischen Netzes durch Neuanlage oder um die Vervollkommnung durch Auffüllung von Lücken,

— um die Sicherung verschiedener ökologischer Elemente durch die Ergänzung um Kompensativzonen,

— um die Herstellung von Überwindungsmöglichkeiten vorhandener Barrieren,

— um die Wiederherstellung einer Vielfalt der Kulturbiotopie durch den Anbau weiterer Kulturpflanzen, insbesondere auch solcher, die eine extensivere Wirtschaftsweise erlauben, und

— um die allgemeine Verringerung von Belastungen durch gezielter Einsatz bzw. durch Reduzierung oder vollständige Unterlassung von Maßnahmen mit negativen Nah- und Fernwirkungen.

Daß mit der Verbesserung des Netzes, welches aus ökologischen Zellen besteht, nur ein geringer Beitrag zur Lösung des derzeitigen Agrarüberschußproblems erbracht werden kann, sei hier nur nachrichtlich erwähnt (KNAUER 1986). Für Schleswig-Holstein lassen sich damit zwar rund 10.000 ha aus der Agrarnutzung entziehen, anteilmäßig entspricht das aber nur 1,7% der Ackerfläche. Als Produktionsflächenverminderung bringt das nicht sehr viel, als Verbesserung des ökologischen Netzes bedeutet das aber eine Aufstockung auf rund 5–6% der landwirtschaftlich genutzten Fläche, was für den integrierten Pflanzenbau von großer Bedeutung ist.

Noch liegt weder ein fundierter Katalog der notwendigen Elementzahl und Elementgröße für ein Verbundsystem vor, noch ein solcher der maximal zulässigen Abstände zwischen den verschiedenen Elementen. Wir haben uns daher zunächst mit einfachen Schätzwerten zu begnügen. Als Maximalabstände für bandartig ausgebildete ökologische Zellen, die gleichzeitig eine Korridor- oder Trittsteinkettenwirkung besitzen, läßt sich aus der Literatur der Wert 400 m ableiten. Es gibt allerdings auch eine ganze Anzahl von Tierarten, die nur knapp 100 m Entfernung überwinden können. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, daß kleine Lebensräume sehr viel stärker unter Störungen leiden als große und daher eine Wiederbesiedlung nach Katastrophen hier viel schneller notwendig sein kann. Die Abstände zwischen den einzelnen ökologischen Zellen sollten umso kleiner sein, je kleiner die ökologischen Zellen sind, je gravierender die zwischen den Strukturelementen liegenden Areale in ihrer Faktorausstattung von den Strukturelementen abweichen und je stärker die Biozönose der einzelnen ökologisch bedeutsamen Strukturelemente der Landschaft durch exogene Faktoren belastet werden. In der näheren Umgebung größerer ökologischer Zellen ist die Lückenlosigkeit des ökologischen Netzes besonders wichtig, damit die Austauschvorgänge mit der Umgebung nicht schon an der Grenze solcher Großzellen unterbrochen werden. Bandartige Strukturelemente mit ausgedehnten Saumzonen auf beiden Seiten benötigen vor allem auch einen Schutz der Saumzone, die bekanntlich von ganz besonderer Bedeutung für die Austauschvorgänge zwischen diesen Elementen und den Feldern ist. Eine Erweiterung von Hecken durch solche Saumzonen ist besonders wichtig.

In der Agrarlandschaft werden eine Reihe von Austauschvorgängen durch Barrieren behindert. Als solche Barrieren wirken z. B. die abiotischen bandartigen Elemente, wie Straßen und Wege. Für einige Lebewesen, z. B. für die Anemochoren unter den Pflanzen, können auch biotische Strukturelemente in der Landschaft als Barriere wirken, in dem z. B. Hecken als Filter den Samenflug unterbrechen. Bei Straßen als abiotische Barriere kommt zur reinen Trennwirkung noch die verkehrsbedingte Wirkung hinzu, die eine Populationsdezimierung hervorruft und eine betriebsbedingte Umweltbelastung mit sich bringt. Barrierefunktion muß auch den fast unkrautfrei gehaltenen Feldern mit Intensivkulturen zugeschrieben wer-

den, weil auch sie von vielen Lebewesen nicht überwunden werden können. Zur Überwindung von Barrieren können Saumbiotope entlang von Straßen beitragen, die eine Überquerung dieser Barrieren durch Vogelarten und fliegende Insekten ermöglichen. Bei flächigen Barrieren ist eine Unterbrechung durch kleine Inseln wichtig, die in das Konzept eines ökologischen Netzes integriert werden müssen.

Die ökologische Situation der Agrarlandschaft wird in sehr starkem Maße von der Vielfalt der angebauten Kulturpflanzen geprägt. Diese Vielfalt hat sich im Laufe der letzten 50 Jahre in Richtung Bevorzugung einiger weniger Arten entwickelt. Das bedeutet für die Agrarfauna Hereinbrechen größerer Störungen auf großen Schlägen zu fast gleicher Zeit. Ein Ausweichen in benachbarte Kulturen und eine spätere Rückkehr auf die ursprünglichen Felder ist häufig gar nicht mehr möglich. Die längerfristigen Folgen dieser gegenüber früher stark veränderten Bedingungen sind noch nicht hinreichend untersucht. Man darf aber annehmen, daß die Reduzierung der Kulturpflanzenauswahl auf wenige Arten, zusammen mit der intensiven Wirtschaftsweise, zu einer stärkeren Einengung der Lebensbedingungen für die Mitglieder der Zoozönose geführt haben und damit auch eine Veränderung des Schädlings-Nützlings-Spektrums verbunden ist. Landschafts- und agrarökologisch ist eine Erhöhung der Lebensraumvielfalt anzustreben. Daher kann vor allem der Anbau weiterer Kulturpflanzen und der großflächige, zumindest aber im Randzonenbereich stattfindende Übergang zu extensiverer Wirtschaftsweise beitragen. Da die Erträge im Randzonenbereich aus verschiedenen Gründen niedriger sind als auf dem übrigen Feld (z. B. durch Wurzelkonkurrenz, Beschattung, Mikroklima usw.), ist hier schon aus Wirtschaftlichkeitsgründen ein niedrigerer Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zweckmäßig. Hier sind die Bedingungen für ein weniger intensives Produktionssystem gegeben und sie sollten auch eingehalten werden, nicht zuletzt auch wegen der Gefährdung anderer Naturraumpotentiale. Die mit einer solchen Maßnahme verbundene positive ökologische Wirkung auf die Randzone ist ebenso wichtig wie die räumliche Zurückdrängung der Belastungen von den ökologischen Zellen. Das stellt durchaus auch einen ökonomischen Wert dar. Eine extensivere Nutzung ganzer Felder kann und wird bei entsprechender Honorierung durch die landwirtschaftliche Praxis realisiert werden. Das ökologische Netz wird aber auch dadurch nicht überflüssig. Seine Leistungsfähigkeit für das Agrarökosystem und seine Bedeutung für den Naturschutz wird aber verbessert.

## 10. Zusammenfassung

Als Ergebnisse der Überlegungen über ein Konzept eines Netzes aus ökologischen Zellen in der Agrarlandschaft ist festzuhalten:

(1) In Agrarlandschaften existieren neben und zwischen den landwirtschaftlichen Nutzflächen Landschaftselemente mit großer agrarökologischer Bedeutung, die insbesondere für »integrierte Produktionsverfahren« lebenswichtig sind.

(2) Die auch als ökologische Zellen bezeichnaren Strukturelemente der Agrarlandschaft sind nicht überall gleichmäßig verteilt. So lange nicht alle Landschaften hinreichend genau analysiert sind, ist zur Übertragung von Untersuchungsbeobachtungen eine Typisierung der Agrarlandschaft und eine Typisierung der wichtigen Strukturelemente notwendig.

(3) In der Agrarlandschaft ist im Laufe der Entwicklung ein erheblicher Biotopschwund zu beobachten, der schließlich bis zur Entstehung einer Zerfallsphase des Biotopverbundnetzes geführt hat.

(4) Für optimale ökologische Funktionen sind bestimmte Mindestgrößen von ökologischen Zellen erforderlich. Eine Übersicht über solche Mindestgrößen kann zur Zeit noch nicht gegeben werden.

(5) Die ideale Felder-/Strukturelement-Verteilung bei barrierefreier Anordnung und gleichmäßiger Verteilung im Raum ist mit Flächenanteilen zwischen rund 4 und 40% erreichbar.

(6) In der Agrarlandschaft der Gegenwart ist einerseits eine gleichmäßige Verteilung von Strukturelementen zu beobachten, andererseits aber auch eine extrem ungleiche Verteilung.

(7) Verschiedene Strukturelemente der Agrarlandschaft, insbesondere die bandartig aufgebauten, können ausgeprägte Säume ausbilden und eine kompensatorische Wirkung gegenüber Belastungsstoffen entfalten, indem sie z. B. die Boden-erosion bremsen oder Nährstoffe ausfiltern usw.

(8) Bei der Erhaltung oder der Wiederherstellung eines ökologischen Netzes sind Abstände zwischen 100 und 400 m, der Abbau von Barrieren, die Ergänzung bandartiger Elemente durch Saumzonen und gegebenenfalls die Anlage von Kompensationsstreifen notwendig.

(9) Für die praktische Landwirtschaft stellt das aus Einzelzellen und aus bandartigen Landschaftselementen bestehende Verbundsystem die Basis für umweltkonforme integrierte Pflanzenbauverfahren dar. Die notwendige Netzdichte läßt auch dabei immer noch Einzelfelder von wesentlich mehr als 10 ha Größe zu und stellt damit keine Begrenzung des technischen Fortschrittes dar.

(10) Zur Verbesserung der landschaftsökologischen Situation der Agrarlandschaft wird die Vervollständigung des ökologischen Netzes, eine Erweiterung der bandartigen Strukturelemente um ausreichend breite Saumzonen, eine allgemeine Erhöhung der Lebensraumvielfalt, eine Verringerung der Bewirtschaftungsintensität im Saumbereich von Strukturelementen und wo immer möglich auch eine intensivere Nutzung ganzer Felder vorgeschlagen.

## Literatur

BAUER, L. und WEINITZSCHKE, H. (1973): Landschaftspflege und Naturschutz, 3. Aufl., Jena, (VEB G. Fischer)

DIAMOND, J. M. und MAY, R. M. (1980): Biogeographie von Inseln und Planung von Schutzgebieten. Theoretische Ökologie (Hrsg. R. M. May). Weinheim und Basel (Verlag Chemie), Beach Florida (Deerfield).

DIERCKS, R. (1983): Alternativen im Landbau, Stuttgart (E. Ulmer).

HEINISCH, E., PAUCKE, H., NAGEL, H.-D. und HANSEN, D. (1976): Agrochemikalien in der Umwelt. Jena (VEB G. Fischer).

KNAUER, N. (1983): Produktion und Natur. Fehlentwicklungen in der modernen Landwirtschaft. — Schriftenreihe des Vereins für Agrarwirtschaft e. V. Band 40, Clenze-Bussau.

— (1986): Landwirtschaft und Naturschutz — Bedeutung des Artenschutzes und mögliche Leistungen der Landwirtschaft. — KALI-BRIEFE (Büntehof) 18 (4), 275—306

— (1986):

Ökologische und landwirtschaftliche Konzepte zur Verwendung freigesetzter Flächen. — N. Arch. f. Nds. **35**, 229–243, Göttingen

MÜHLENBERG, M. (1984):

Versuche zur Theorie der Inselökologie am Beispiel experimenteller Wiesenverkleinerungen. — Laufener Seminarbeiträge 7/84, Laufen/Salzach.

RINGLER, A. (1980):

Artenschutzstrategien aus Naturraumanalysen. Streiflichter aus oberbayerischen Naturräumen. — Ber. ANL. 4, Laufen/Salzach.

SUKOPP, H. (1981):

Veränderungen von Flora und Vegetation. — Berichte über Landwirtschaft, NF. Sonderh. **197**, 255–264.

**Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. Norbert Knauer  
Inst. für Wasserwirtschaft und  
Landschaftsökologie der Univ. Kiel  
Olshausenstraße 40  
2300 Kiel 1

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [10\\_1986](#)

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

Artikel/Article: [Konzept eines Netzes aus ökologischen Zellen in der Agrarlandschaft und Bedeutung für das Agrarökosystem 54-63](#)