

Forderungen an Vernetzungssysteme in intensiv genutzten Agrarlandschaften aus tierökologischer Sicht

Hans-Joachim Mader

1. Einleitung

Moderne, rationell genutzte und auf Ertragsmaximierung angelegte Agrarlandschaften erhalten weltweit ein einheitliches Gesicht. Zu unterscheiden sind solche Landschaften häufig nur noch durch die jeweils angebaute Nutzpflanze oder die Kombination weniger vorherrschender Nutzpflanzen. Die Einheitlichkeit des Landschaftsaspektes hat ihre Wurzeln einerseits in der Philosophie der Agrarstrukturplanung, die über Jahrzehnte auf das Landschaftsbild prägend eingewirkt hat, andererseits in dem Einfluß von Technik, Industrie und Chemie auf die landwirtschaftlichen Produktionsweisen. Eine gegenseitige Beeinflussung von Agrarstrukturplanung und technischer Entwicklung ist dabei nicht zu übersehen.

Die Prozesse der Homogenisierung und Monstrukturierung der Agrarlandschaften sind bis heute noch nicht zum Abschluß gekommen. Sie wirken vor allem auf das Vorhandensein, die räumliche Zuordnung und Vielfalt und die Isolation kleiner Landschaftselemente ein. Vielerorts, besonders in Gebieten mit wertvollen Böden, sind extensiv genutzte oder ungenutzte Landschaftselemente bereits vollständig verschwunden. Im Volksmund wurde hierfür der Begriff des »Ausräumens der Landschaft« geprägt. Offensichtlich ist dieser Vorgang bei Hecken, Wegrainen und Feldgehölzen. Eine Vielzahl von Strukturhebungen kann dies belegen (EWALD 1978, MILBRADT 1980, BÖRCHERT 1981, AGGER 1984, KNAUER 1985). Weniger offensichtlich aber tierökologisch genauso wirksam und bedeutungsvoll ist das Nivellieren kleinräumiger abiotischer Besonderheiten, beispielsweise die Entwässe-

rung feuchter Stellen in den Feldern oder das Verfüllen von Senken, Einschnitten, Siefen oder ähnlichen Strukturen.

Über die Notwendigkeit der Agrarproduktion zur Bereitstellung gesunder Nahrung für die Bevölkerung – und dies in ausreichendem Umfang – wird niemand streiten wollen. Wie diese Produktion zu erfolgen hat und wieviele Belastungen der Biosphäre aufgrund dieser Produktionsweisen aufgebürdet werden dürfen, ist allerdings Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher und politischer Auseinandersetzungen. Kein Zweifel kann darüber bestehen, daß der Gesetzauftrag einer langfristigen Sicherung der Leistungsfähigkeit (= der Funktionsfähigkeit!) des Naturhaushaltes in diesem Zusammenhang in besonderer Weise zu beachten ist. Auch außerhalb des Kreises der Naturschützer und Ökologen setzt sich inzwischen die Erkenntnis durch, daß Agrar-Ökosysteme keine nach Belieben von außen steuerbaren Systeme sind, sondern daß sie langfristig möglicherweise irreversible Schäden erleiden, wenn ihre internen Kontrollmechanismen und Regelkreise zerstört werden. Die Stabilität der Agrar-Ökosysteme ist daher oberstes Ziel aller Planungen, die sich mit Struktur und Funktion der Lebensräume und Biozönosen in Agrarlandschaften befassen.

2. Grundaussagen der Inselökologie

Kleine, in den Nutzflächen überdauernde und gegen diese Flächen scharf abgegrenzte, Restbiotope verfügen über einen geringen Energiehaushalt und ein beschränktes Ressourcenangebot. Die Primärproduktion innerhalb solcher Inselbiotope

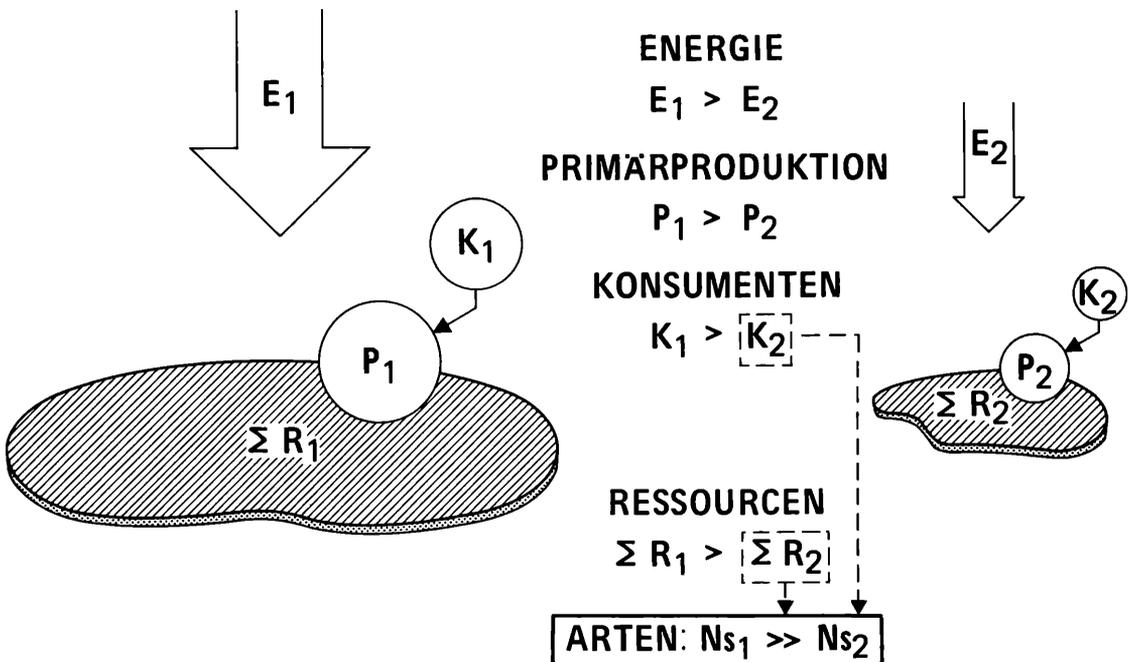


Abbildung 1

Einfluß von Energie, Primärproduktion, Konsumenten und Ressourcenspektrum auf die Artenvielfalt unterschiedlich großer Insellebensräume.

ist begrenzt und bietet den Organismen höherer tropischer Ebenen nur eine sehr eingeschränkte Entwicklungsmöglichkeit. Alleine aus energetischen Gründen werden die meisten Populationen, die solche isolierte und kleinflächige Lebensräume bewohnen, nur geringe Individuenzahlen aufweisen. Die Limitierung des Ressourcenangebotes bewirkt, daß nur wenige ökologische Nischen zu besetzen sind oder anders ausgedrückt, eine Begrenzung der Habitatvielfalt. Bereits solche grundsätzlichen Überlegungen machen deutlich, weshalb wir es bei Inselbiotopen mit artenarmen und individuen schwachen Lebensgemeinschaften zu tun haben (Abb. 1).

Das Modell der Inselökologie beschreibt die Biozönose isolierter Lebensräume als ein im Fließgleichgewicht von zuwandernden und aussterbenden Arten befindliches System. Je kleiner die Fläche desto geringer ist die Chance einer Zuwanderung und Kolonisation, desto größer ist andererseits die Wahrscheinlichkeit des Aussterbens einer Art, woraus folgt, daß mit Flächenverringern ein Artenverlust verbunden ist (MacARTHUR & WILSON 1963). Empirische Forschungsergebnisse und theoretische Überlegungen haben zu der Erkenntnis geführt, daß die Flächenabhängigkeit der Artenzahlen einer exponentiellen Zuordnung entspricht.

Für die kleinen Landschaftselemente in Agrar-Ökosystemen bedeutet dies, daß sie nur geringe Artenzahlen beherbergen können und daß mit einer großen Austauschrate von Arten zu rechnen ist. Die Tatsache, daß in verschiedenen Freilanduntersuchungen gerade in kleinen und besonders isolierten Lebensräumen hohe Artenzahlen registriert wurden, muß nicht im Gegensatz zu dieser Aussage stehen (MADER 1981, 1983). Eine Analyse der Artenspektren und insbesondere eine Betrachtung der Abundanzen zeigt, daß die gelegentlich beobachteten, unerwartet hohen Artenzahlen solcher Inselbiotope durch das Zusammenreffen von durchziehenden Arten (zufällige Besucher), Refugial-Arten (Arten, die durch die Nutzungsintensität des Umfeldes gestört werden und fliehen) und ursprünglichen Bewohnern, die zum eigentlichen Inventar dieses betreffenden Lebensraumes zu zählen sind, zustande kommen. Langfristig überlebensfähig sind nur die letztgenannten Arten und nur für diese Arten macht die Flächen-Arten-Kurve relevante Aussagen. Auch für diese Arten gilt nach dem Inselökologischen Denkmodell, daß sie sich in einem Fließgleichgewicht befinden, das durch einen kontinuierlichen Artenaustausch gekennzeichnet ist. Damit wird die Fähigkeit zur Kolonisation der Inselbiotope und die Fähigkeit langfristig stabile Populationen aufzubauen, zum Schlüsselfaktor der Artenregulation. In der Populationsökologie sind die Kriterien entwickelt worden, die für eine erfolgreiche Kolonisation und dauerhafte Besiedelung ausschlaggebend sind (Tab. 1). Der »Umweltkapazität (K)«

und den demographischen Faktoren »Reproduktionsrate (λ) und »Vermehrungsrate (r)« kommen dabei besondere Bedeutung zu.

In Agro-Ökosystemen wirken auf die kleinen Landschaftselemente derart vielfältige Störeinflüsse ein, daß man bei der Kalkulation des Kapazitätsfaktors »K« zwischen einem theoretischen und einem effektiven Wert unterscheiden kann (Abb. 2). Ein von der Flächengröße, den Ressourcen

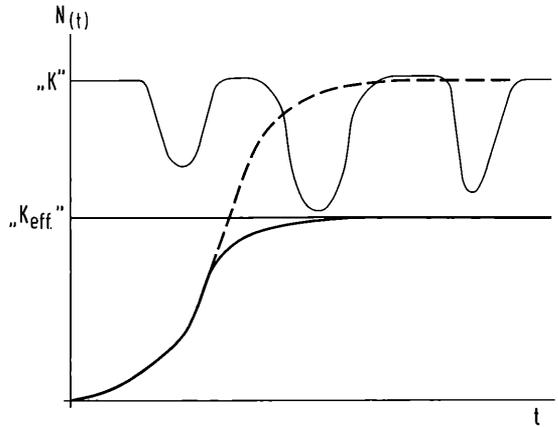


Abbildung 2

Sigmoide Wachstumskurve paßt sich der »effektiven Umweltkapazität« (K-eff) an.

und der Strukturausstattung zu rechtfertigender K-Wert wird durch äußere Einflüsse (beispielsweise durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, durch Tourismus oder Jagd) periodisch und aperiodisch beschnitten, so daß sich für verschiedene Organismengruppen ein niedrigerer effektiver K-Wert ergibt. Entsprechend niedrig ist dann auch die Lebenserwartung sowohl der bestehenden als auch der neu zu gründenden Populationen.

Es ist offensichtlich, daß in solchen kleinflächigen und isolierten Lebensräumen innerhalb der Agrar-Ökosysteme vor allem Pionierarten und eurytrophe Ubiquisten auftreten und auch die dominanten Arten stellen werden. Der Zufallsfaktor wird bei den jeweiligen kurzlebigen Artenkombinationen eine gewichtige Rolle spielen. Dagegen werden die bekannten, systemimmanenten Regelbeziehungen in ihren Wirkungen zurücktreten.

Kleinflächigkeit und Verinselung haben auf Tierlebensgemeinschaften und möglicherweise auch auf Phytozönosen neben den genannten noch vielfältige weitere Auswirkungen, die in ihrer Gesamtheit die Kontinuität und Stabilität der Lebensgemeinschaft negativ beeinflussen. Sie sind in der Literatur vielfach geschildert und werden hier tabellarisch zusammengefaßt (Tab. 2).

3. Nutzükosysteme als Verbindung von Matrix und Produktionsflächen

Nutzflächen, seien es Forste, Siedlungsflächen oder landwirtschaftliche Flächen, sind durch den Menschen mit der Zielvorgabe von Produktion oder Befriedigung von Lebensraumbedürfnissen innerhalb ehemals natürlicher oder wenig genutzter Flächen oder Landschaften angelegt worden. Die erhaltenen Rudimente der früher weiträumig vorherrschenden Landschaftselemente kann man als Matrix sehen, als weiträumiges Grundmuster, in welches die Nutzflächen eingelagert sind. Mit fortschreitender Nutzungsintensität wurde diese Matrix ausgedünnt und in den Hintergrund gedrängt. Während zunächst die Nutzflächen isoliert und inselartig in der Matrix einer natürlichen, mit

Tabelle 1

Strategie der Kolonisation	
Schneller Erfolg	r/λ : groß
Dauer des Erfolges	K und r/λ : groß
r/λ -Effekte	<ul style="list-style-type: none"> ● kleine Sterblichkeitsrate ● räumlicher Zusammenhalt ● möglichst geringe Konkurrenz
K-Effekte	<ul style="list-style-type: none"> ● große Fläche – großes K ● Habitataignung begrenzt K ● Habitate nicht zersplittert und kleinflächig ● theoretische und effektive K-Werte unterscheiden

Tabelle 2

Synökologische Konsequenzen von Kleinflächigkeit und Isolation
– Begrenzter Energiehaushalt
– Geringes Ressourcenspektrum
– Reduziertes Artenspektrum
– Überfremdung des Artenspektrums
– Hoher Artendurchsatz
– Genetische Verarmung
– Verlust der ökologischen Stabilität
– Verdrängung stenöker und seltener Arten

vielfältigen ökologischen Verknüpfungen stabilisierten Landschaft als flächenhafte Sonderstandorte betrachtet werden konnten, haben sich bis heute die Verhältnisse genau umgekehrt. Die Restelemente der Matrix, üblicherweise selbst schon strukturellen Veränderungen unterworfen, stellen die Ausnahmeflächen dar, die wie Inseln in der Nutzlandschaft wirken. Gelegentlich findet man in der Literatur bereits den Begriff der Matrix in diesem umgekehrten und der zeitlichen Entwicklung nicht entsprechenden Sinn.

4. Die ökologischen Funktionen von Hecken

Hecken stellen neben Feldrainen, Feldgehölzen und der kaum genutzten Vegetation der Gewässerufer eines der wichtigsten Elemente möglicher Vernetzungssysteme in intensiv genutzten Agrar-

landschaften dar. Von daher wird verständlich, daß in diesem Zusammenhang immer wieder und an erster Stelle Heckensysteme in den Vordergrund gerückt und diskutiert werden. Schon hier soll allerdings eindeutig festgestellt werden, daß es eine große Zahl von Landschaftstypen gibt, für die Hecken nicht das geeignete Vernetzungselement darstellen oder wo Hecken nur eine ergänzende Rolle spielen.

Das Entstehen von Hecken und die Netzdichte des Heckensystems in der Agrarlandschaft gehen auf eine Reihe unterschiedlicher Faktoren zurück. Teilweise entstanden Hecken quasi ungewollt durch das Ansammeln von Lesesteinen an den Feld- und Weidegrenzen und durch eine spontane Vegetationsentwicklung auf den so entstehenden Steinwällen, teilweise wurden Hecken als Ersatz von Zäunen zur Einfriedung angelegt und mit Hilfe bestimmter Techniken zu einem undurchdringlichen Gestrüpp verflochten. In windexponierten Lagen war die Anlage von Windschutzhecken zum Schutz vor Winderosion und zur Stabilisierung von Böden in Hanglagen gute Tradition, die teilweise bis heute praktiziert wird. Neuerdings zeigen auch die Jäger wieder verstärktes Interesse an der Anlage von Hecken, da diese als Unterschlupf und Rückzugsbiotop für verschiedene jagdbare Tierarten von großer Bedeutung sind.

Über diese offensichtlichen und für jedermann erkennbaren positiven Effekte wird nicht gestritten. In Landschaften, wo diese Wirkungen auch ökonomisches Gewicht besitzen, ist um den Fortbestand und eventuelle Neuanlage von Heckensystemen kaum Sorge zu tragen. Schwieriger ist es, die ökologisch günstigen Auswirkungen von Hecken auch für solche Nutzlandschaften zu verdeutlichen, wo weder Lesesteine anfallen noch die Bodenerosion als bedeutsamer Faktor bekannt ist, wo kein Vieh mehr auf der Weide steht und die Jagd schon längst aufgegeben wurde. *Tab. 3* vermittelt einen Überblick über die Vielfalt der ökologischen Funktionen, die von Hecken ausgehen und die in der Fachliteratur beschrieben wurden. Die-

Tabelle 3

Funktionsvielfalt von Hecken	
Mikroklimabeeinflussung (Wind, Licht, Erosion ...)	LEWIS 1968, SPREIER 1982
Pflanzenökologische Bedeutung	SCHULZE et al. 1984
Artenspektrum und Biotopbindung	THIELE 1971
Heckenlänge und und Artenzahl	MADER & MÜLLER 1984
Alter von Hecken und Artenvielfalt	SPREIER 1982
Überleben von Populationen von Kleinsäugetern	FAHRIG & MERRIAM 1985
Hecken als Orientierungslinie	FREEMARK & MERRIAM 1986
Lebensraum für Nutzarthropoden	ZWÖLFER et al. 1984
Dichte und Vielfalt von Fluginsekten	KARG 1980
Hecken als Vogellebensraum	BIBER 1979, ZIMMERLI 1979, PLATH 1984
Hecken als Lebensraum für Schnecken	PLOCH 1984
Hecken als Lebensraum für Carabiden	THIELE 1971
Regulationsmechanismen in Hecken	BAUER 1982
Verteilung und Vielfalt von Arthropoden in angrenzenden Feldern	LEWIS 1969, MADER et al. 1986

se dürfen bei einer Kosten-Nutzen-Analyse natürlich nicht ausgeklammert werden. Die Literaturhinweise hierzu sind keineswegs vollständig, sollen aber einen Einstieg in die Fragestellung ermöglichen.

5. Tierökologische Experimente an einer jungen Anpflanzung

Zurecht wird von verschiedenen Autoren darauf hingewiesen, daß erst ausgereifte, alte Hecken-systeme die in Naturschutz und Landschaftspflege diskutierte, stabilisierende Wirkungsbreite entfalten (SPREIER 1982, ZWÖLFER et al. 1984). Bei der in vielen Agrarlandschaften zu beobachtenden erschreckenden Ausdünnung der ungenutzten Landschaftselemente, bei der vielfach vollzogenen totalen Vernichtung aller Hecken und bei der aus der inselökologischen Diskussion deutlich gewordenen Bedarfsfrage, sind Untersuchungen nötig, die die Funktionsabläufe und Prozesse in neu angelegten jungen Anpflanzungen schildern und analysieren. Wenn Hecken 10 oder 20 Jahre benötigen, bis sie die ihnen zugesprochene Wirkung entfalten, wird es nur sehr schwer möglich sein, Neuanpflanzungen in dem erforderlichen Umfang heute durchzusetzen. Sowohl die Landwirte als auch die planenden Behörden haben ein Anrecht darauf, zu erfahren, welche Wirkungen die zunächst unscheinbaren und unansehnlichen Reihen junger Gehölzstreifen auf die angrenzenden Felder und auf die übergeordneten ökologischen Zusammenhänge entwickeln können. Mit dieser Zielvorgabe wurde von der BFANL seit 1982 ein F u. E-Vorhaben durchgeführt, das vom Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziert wurde und an dem auch Biologiestudenten der Universität Osnabrück im Rahmen von Diplomarbeiten mitarbeiteten. Hier kann nur ein kleiner Ausschnitt der Ergebnisse vorgestellt werden. Detailinformationen und Erläuterungen zur Methodik sind MADER, KLÜPPEL & ÖVERMEYER (1986) zu entnehmen.

5.1. Mikroklima

Junge Anpflanzungen entwickeln schon in den ersten Jahren ihrer Existenz eine abiotische Grenz- und Schrankenwirkung. Die großflächige Kontinuität der Mikroklimafaktoren wird linienartig unterbrochen. In Bodennähe (30 cm Höhe) konnte eine starke windbremsende Wirkung nachgewiesen werden, die im Schnitt die gemessenen Windgeschwindigkeiten auf 8% verglichen mit Werten der freien Feldflur minderte. Auch die Verdunstungsrate wird durch die Anpflanzung erheblich gesenkt. Hier konnte sogar im Verlauf der vier Jahre, in denen die Meßreihe durchgeführt wurde, eine signifikante Korrelation zur Entfernung vom Inneren der Anpflanzung und eine jährliche Steigerung dieser Effekte nachgewiesen werden. Diese Effekte sind nur zu erwarten, wenn die Anpflanzung nicht oder nur einmal (maximal zweimal) jährlich gemäht wird. In der von uns untersuchten Anpflanzung zeigten diejenigen Gehölze, die durch Mähen freigestellt wurden, gegenüber solchen, die in ungemähten Parzellen aufwuchsen, keine Entwicklungsvorsprünge.

5.2. Ressourcennutzung

Die mit einer Hecken- oder Feldgehölzanpflanzung in die strukturalte Landschaft eingebrachten Pflanzen stellen neue, zunächst ungenutzte

Ressourcen dar für eine Vielzahl potentieller Nutzer. Es erhebt sich die Frage, ob dieses Ressourcenangebot erst allmählich und schrittweise angenommen wird, weil möglicherweise die entsprechenden Arten noch gar nicht in entsprechender Individuenzahl anwesend sind, oder ob das künstlich eingeführte Ressourcenangebot schnell und umfangreich ausgenutzt wird. Die Ressourcennutzung wurde für Arthropoden und Vögel quantifiziert. Insekten und Spinnen scheinen sofort und in großen Zahlen die Gehölze in verschiedener Weise zu nutzen, wobei eine Steigerungsrate von Jahr zu Jahr sichtbar wird, die dem exponentiellen Phytomassezuwachs der Pflanzen entspricht. Auch die infolge der Trockenheit abgestorbenen oder nicht angewachsenen Pflanzen übernehmen als Strukturelement eine Rolle in dem System (Abb. 3).

Die Vögel nutzen die jungen Gehölze als Singwarte (Grauammer, Schafstelze), als Ansitz beim Nahrungssuchen (Schafstelze, Wiesenpiper), als Deckung oder Schattenspender beim Nestbau am Stammfuß (Grauammer, Wiesenpiper) oder in vielfältiger anderer Hinsicht. Insgesamt beträgt das Verhältnis von Ressourcennutzung zu »Nicht-Nutzung« in Form von Überflügen ca. 2,5 zu 1, die Auszählung des Flugverhaltens in der näheren Umgebung der Anpflanzung belegt also die Attraktivität des künstlich angelegten Biotops in überzeugender Weise.

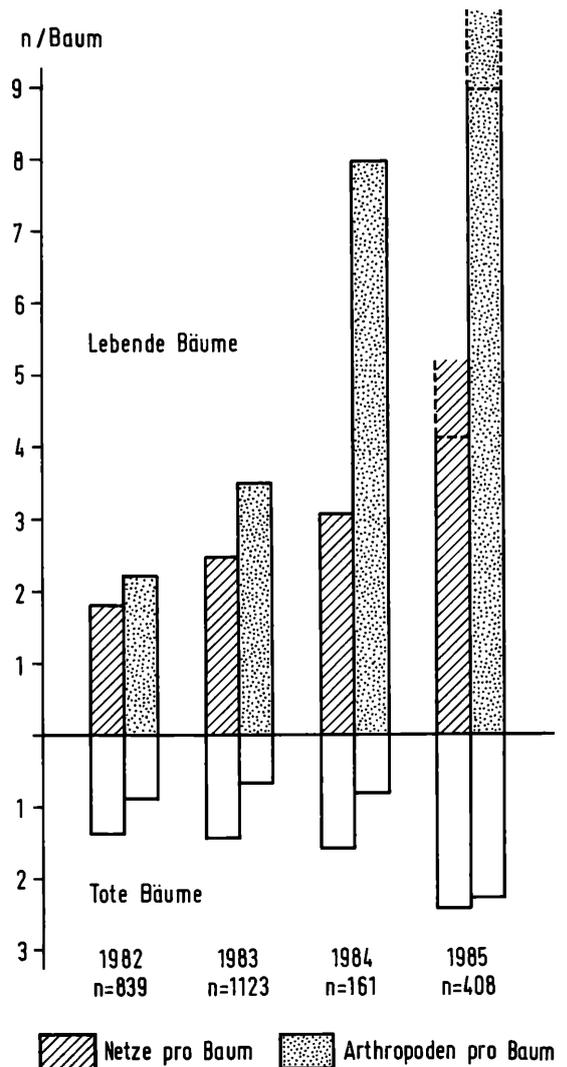


Abbildung 3

Ressourcennutzung durch Anthropoden und Spinnennetze bezogen auf lebende und tote Bäume von 1982–1985.

5.3. Wandel der Artenspektren

Bereits im Verlauf der ersten 4 Jahre seit Installation der Anpflanzung wird deutlich, daß in den Artenspektren verschiedener untersuchter Tiergruppen ein Wandel eintritt. Bei allen Gruppen herrschen die Feldarten vor, ergänzt und durchmischt mit Pionierarten und eurytopen »Allerweltsarten«. Neben den Waldarten und Waldrandarten finden auch Arten der trockenen und feuchten Wiesen sowie Arten der Gewässerufer hier als Zuwanderer einen Lebensraum. Bei der Beobachtung der Artenspektren einschließlich der Abundanzen der einzelnen Arten wird klar, daß Heckenysteme in der Agrarlandschaft für diese recht unterschiedliche Funktionen wahrnehmen können. Einige Arten können sie als permanenter, relativ stabiler Lebensraum dienen, anderen dienen sie nur als Korridor oder als Verbindungslinie. Eine Übersicht über die beobachteten Veränderungen bzw. Zuwanderungen gibt *Tab. 4*, in der allerdings nur ein Ausschnitt des Artenwandels und der untersuchten Tiergruppen erfaßt ist. Es ist zu vermuten, daß dieser Trend der Verschiebung der Biotoppräferenz der angetroffenen Arten sich in den nächsten Jahren noch fortsetzen und der Anteil der Waldrand- und Waldarten am Artenspektrum noch anwachsen wird.

5.4. Kleinräumige Unterschiede in den Artenspektren

Die Versuchsanlage wurde aus einer Serie von Einzelflächen zusammengestellt. Zwischen jeweils

40 m langen und 10 m breiten feldholzartigen Anpflanzungen wurden ein- bzw. zweireihige Erlempflanzungen angelegt. In der Mitte der Versuchsanlage wurde eine umzäunte 200×10 m große Sukzessionsfläche ausgespart. Auf diese Weise sollte untersucht werden, ob und auf welche Weise die Arten auf die unterschiedlichen Verbindungsstrukturen reagieren. Die quantitative Betrachtung aller mit Malaise-Fallen gesammelten Fluginsekten macht deutlich, daß die feldholzartigen Heckenstücke höhere Attraktivität besitzen als die Verbindungsflächen und die Sukzessionsfläche (*Abb. 4*). Kleinräumig sind sehr interessante Differenzierungen in der Verteilung der Arten zu erkennen. So findet z. B. innerhalb von 3 Jahren eine Schwerpunktverlagerung des Feldlaufkäfers *Platynus dorsalis* von einer der Anpflanzungen in die Sukzessionsfläche statt. Eine rechnerische Artengruppierung (mit Hilfe einer Clusteranalyse) unterscheidet ebenfalls deutlich eine Gruppe von Arten, die die Anpflanzung bevorzugen, von solchen, die die trockeneren und sonnigen Sukzessionsflächen bewohnen.

5.5. Ausstrahlung in die Agrarbereiche

Mit 8 Fensterfallen, die senkrecht zur Anpflanzung in räumlicher Staffelung in die angrenzenden Feldbereiche (Rübenfeld und Weizenfeld) aufgebaut wurden, sollte der Nachweis einer von der Anpflanzung ausgehenden und auf die Agrarflächen einwirkenden Regulation erbracht werden. Die Hypothese konnte mit den Daten der Freilandhebung noch nicht hinreichend untermauert

Tabelle 4

Wandel der Artenspektren		
In der Anpflanzung wurden z. B. beobachtet / gefangen:		
Vögel	<i>Anthus pratensis</i> <i>Saxicola rubetra</i> <i>Muscicapa striata</i> , <i>Turdus pilaris</i> <i>Fringilla coelebs</i> <i>Phylloscopus trochilus</i> , <i>Parus major</i>	Gräben, Büsche, Moore Wiesen, Sümpfe Gärten, Parks, Obstwiesen Wald, Gärten, Parks Wald, Waldrand, Gärten
Laufkäfer	<i>Carabus monilis</i> <i>Agonum viduum</i> <i>Harpalus rubripes</i> <i>Pterostichus vernalis</i> <i>Pterostichus niger</i> <i>Stomis pumicatus</i>	feuchte Böden, Ufer Ufer, Moore offenes Grasland Wald Wald, Feld feuchte Wälder
Zikaden	<i>Cixius pilosus</i> <i>Idiocerus decimusquartus</i>	Wald feuchte Waldränder
Wanzen	<i>Apocremnus ambiguus</i> <i>Heterocordylus tumidicornis</i>	Laubgehölze Wald, Gehölze
Syrphiden	<i>Platycheirus scutatus</i> <i>Pipiza noctiluca</i>	Wald Lichte Wälder, Gehölze

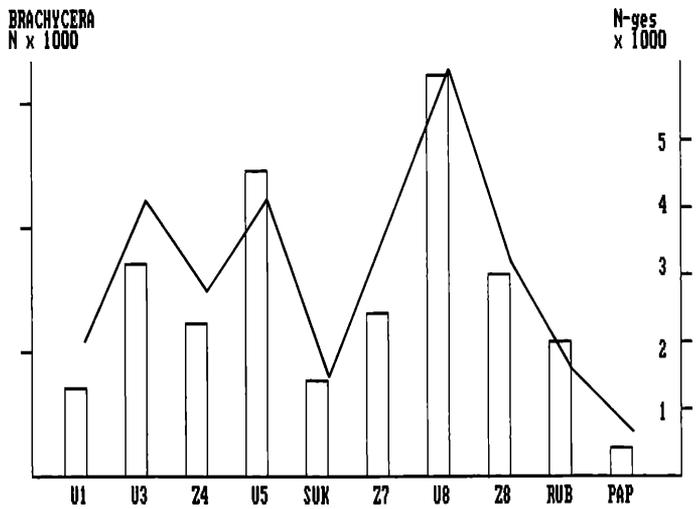


Abbildung 4

Gesamtzahl von determinierten Arthropoden (Linie) und von Brachyceren (Säulen) in der Verteilung auf die unterschiedlichen Parzellen der Versuchsanlage. (U = angepflanzte Heckenabschnitte, Z = Zwischenflächen, SUK = Sukzessionsfläche, RUB = Rübenfeld, PAP = kleines Pappelgehölz).

werden. Vieles spricht jedoch dafür, daß diese funktionellen Verknüpfungen existieren und mit dem weiteren Wachstum der Hecken an Bedeutung gewinnen wird. Einen Hinweis auf die regulativen Funktionen, die auf die Agrarflächen einwirken können, ergibt sich aus einer Betrachtung der Erzwespen im Untersuchungsgebiet. Zu Beginn der Fangperiode war hier die mit Abstand dominierende Art die Pteromalide *Pirene penetrans*. Die Art parasitiert die gelbe Weizengallmücke *Contarinia tritici*, einen gefürchteten Getreideschädling, der auf dem angrenzenden Weizenfeld in großer Dichte auftrat. Drei Argumente sprechen für eine durch die Anpflanzung unterstützte, in die Nutzflächen gerichtete Ausstrahlung der Erzwespen: hohe Individuenzahl von *P. penetrans* in der Sukzessionsfläche direkt neben dem Weizenfeld, höhere Individuenzahlen in der Anpflanzung als in dem für den Parasit unattraktiven Rübenfeld und in beiden Versuchsreihen höhere Abundanz in den hecken nahen Fällen als in den heckenfernen. Vergleichbare Beobachtungen sind auch bei den Blattläusen parasitierenden Aphidiinen gemacht worden.

Die Auswertungen der Fensterfallen nach ökosystemaren Aspekten belegen eindrucksvoll die Unterschiede von Anpflanzung und Feldbereichen hinsichtlich Artenvielfalt und Evenness, die in den Anpflanzungen deutlich höher liegen als in den angrenzenden Ackerflächen, sowie die auf die Feldbereiche konzentrierte Verteilung von Schadinsekten und das zeitliche Nachrücken der jeweiligen Parasitenkomplexe.

Eine umfangreiche und regelmäßige Zuwanderung erhalten die Feldbereiche durch Spinnen, die zu meist als Jungtiere mit Hilfe von Schwebfäden (ballooning) passiv verdriftet nach dem Zufallsprinzip neue Standorte aufsuchen. Die Fensterfallenfänge demonstrieren diese wirkungsvolle Strategie und zeigen im Vergleich mit den Ergebnissen der Bodenfallenfänge, daß ein entsprechendes Dispersionsverhalten am Boden kaum zu beobachten ist (Abb. 5).

Bei einer direkten Auszählung von Blattläusen, Marienkäfern, Schwebfliegen und Spinnen an Maispflanzen wurden auch Abhängigkeiten von der Distanz zur angrenzenden Anpflanzung deutlich. Mit wachsender Entfernung zur Anpflanzung wurden signifikant weniger Schwebfliegen gezählt. Die Zahl der Blattläuse lag am der Anpflanzung zugewandten Feldrand deutlich niedriger als im Feldinnern. Auch die Zahl der Spinnen war in diesem Bereich niedriger. Möglicherweise wirkt sich hier auch die Nahrungssuche der die Gehölze bewohnenden Vögel aus.

6. Ziele von Naturschutz und Landschaftspflege im Agrarbereich

Es herrscht weitgehend Einigkeit darüber, daß es keine Flächen gibt, die von den Zielrahmen des Naturschutzes nicht abzudecken sind. Auch die intensiv bewirtschafteten Agrarflächen stellen damit für den Naturschutz keine weißen Flächen auf der Landkarte dar oder können als Tabuflächen ausgespart werden. Überlegungen, die eine Segregation von Nutz- und Schutzflächen zum Ziel haben — z. Z. in der Europäischen Gemeinschaft ernsthaft diskutiert —, müssen aus gesamtökologischer Sicht mit aller Schärfe abgelehnt werden. Ihnen ist das Integrationsmodell gegenüberzustellen, das eine Verbindung der Zielvorstellung von Nutzung auf der einen Seite und einem weitestgehenden Schutz der natürlichen Ressourcen und damit des Naturhaushaltes flächendeckend anstrebt.

Es gibt gewichtige Gründe für eine Ablehnung des **Segregationsmodells**. Von diesen sollen hier nur die ökologischen Argumente vorgestellt werden:

- Eine Festschreibung der Nutzungsintensität über weite Bereiche unserer Agrarlandschaft oder gar eine Steigerung der Bewirtschaftungsintensität, wie sie von manchen Befürwortern des Modells als Preis für die Freistellung von Flächen gefordert wird, belastet die Böden und die Bodenorganismen und beschleunigt den Vorgang der Auflösung der inneren Regelkreise der Agrarökosysteme. Ein solcher Prozeß würde die Bemühungen der Bundesregierung um den Bodenschutz (Bodenschutzprogramm!) ad absurdum führen.

- Die Ziele des integrierten Pflanzenschutzes müßten aufgegeben werden, da den Antagonisten der landwirtschaftlichen Schädlinge jegliche Lebensgrundlage entzogen würde. Auch dies steht im Widerspruch zu den existierenden agrarpolitischen Vorgaben.

- Die Zerschneidung und Trennung von Lebensräumen vieler Tierarten, die auf Migration und Dispersion angewiesen sind oder die große Aktionsräume oder separate Teillebensräume besitzen, wird verschärft. Barrieren werden unüberwindlich. Eine Vielzahl bisher noch nicht hinreichend untersuchter populationsökologischer und genetischer Probleme tut sich auf.

- Die der Nutzung überlassenen und die Naturschutzziele ausschließenden Flächen wirken, insbesondere wenn der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln noch erhöht werden muß, als kontinuierlicher Abfluß oder Aderlaß auf eine große Anzahl von Tierpopulationen. Populationsökologische Meßwerte können noch kein genaues Bild über die Bedeutung dieses Effektes vermitteln, aller-

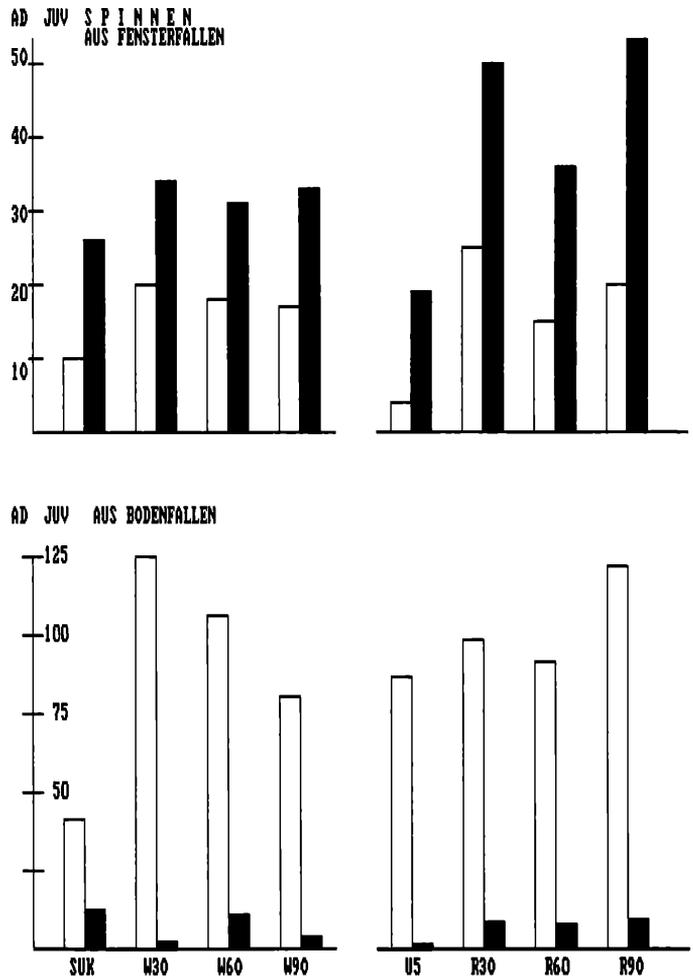


Abbildung 5

Adulte und juvenile Spinnen (weiße bzw. schwarze Säulen) aus Fensterfallen (oben) und Bodenfallen (unten) in der Anpflanzung (SUK und U5) und den angrenzenden Feldbereichen (z. B. W30 = Weizenfeld in 30 m Abstand, R90 = Rübenfeld in 90 m Abstand).

dings liegt die Vermutung nahe, daß diese kontinuierliche Abschöpfung großer Populationsanteile das Artensterben in Agrarlandschaften beschleunigt.

● Die Probleme der Rückstandsanreicherung von Agrochemikalien und der Nitratbelastung des Grundwassers werden eher vergrößert als gelöst werden.

Neben den genannten ökologischen Effekten sind auch eine Reihe politischer, insbesondere sozio-ökonomischer Bedenken gegen das Segregationsmodell ins Feld zu führen, die hier allerdings nicht behandelt werden können.

Das **Integrationsmodell** weist demgegenüber eine Reihe von Vorteilen auf. Unter Beachtung der Erkenntnisse der Inselökologie muß es als Kombination von drei verschiedenen Maßnahmen gesehen werden:

1. Eine Verringerung der Nutzungsintensität auf allen Flächen (Extensivierung), vor allem eine Rücknahme der Düngemittelgaben, eine Begrenzung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln (Schadsschwellenorientierung), vielseitigere Fruchtfolgen und Förderung der eigenständigen Bodenfruchtbarkeit.

2. Ausweisung von großflächigen Naturschutzgebieten als Lebensräume, die nur geringen Störungen ausgesetzt sind und die ein langfristiges Überleben auch solcher Populationen gewährleisten, die große Areale benötigen. Großflächigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang eine Größenordnung von 100 qkm und mehr.

3. Die strukturelle Durchdringung der Nutzflächen und die biologische Verbindung der Schutzflächen ist über eine Biotopvernetzung oder ein

Korridorsystem zu erreichen. Diese Verbindungsstrukturen müssen keineswegs ein geschlossenes, linienartiges System darstellen, sondern können gleichermaßen, je nach den ökologischen Ansprüchen der zu unterstützenden Tiergruppen, aus Serien von Trittsteinlebensräumen oder miteinander kombinierten unterschiedlichen Strukturelementen bestehen.

Erst die Kombination dieser drei Maßnahmen kann die von einem Biotopverbundsystem erhofften Wirkungen der langfristigen Stabilisierung der Ökosysteme einschließlich der Agro-Ökosysteme bewirken. Keine der Teilmaßnahmen kann ausgespart bleiben, ohne die Ziele des Biotopverbundsystems und damit die Ziele von Naturschutz und Landschaftspflege insgesamt zu gefährden.

7. Forderungen an Vernetzungssysteme aus tierökologischer Sicht.

Die Vernetzung als drittes Element des Biotopverbundsystems kann im Gegensatz zur zweiten Forderung, nämlich der Einrichtung großflächiger Schutzsysteme, relativ kurzfristig unter Ausnutzung der bestehenden Planungs- und Rechtsinstrumente durchgeführt werden. An vielen Stellen in Deutschland laufen z. Z. bereits Pilotprojekte und werden große Anstrengungen in dieser Hinsicht unternommen. Teilweise zeigen Einzelpersonen dabei außerordentliches Engagement und Findigkeit und können erstaunliche Fortschritte vorweisen. Unübersehbar ist allerdings der offenkundige Mangel an Planungshilfen und ökologisch fundierten Richt- oder Orientierungswerten als Grundlage für derartige Projekte. Es kann nur bedauert

werden, daß der Kenntnisstand im Zusammenhang mit den Auswirkungen kleiner Landschaftselemente auf Besiedlung, Mobilität und die wichtigsten Populationsparameter der verschiedenen Organismengruppen so lückenhaft ist. Erst in jüngster Zeit werden Forschungsgelder gezielt in die Bearbeitung dieser Fragenkomplexe gelenkt.

Trotz des unzureichenden Wissens um viele Zusammenhänge und funktionale Verknüpfungen sollen hier einige konkrete Anregungen gegeben werden, die bei den Bemühungen um die Installation von Vernetzungssystemen hilfreich sein können; dabei wird vorausgesetzt, daß der Begriff *Biotopverbundsystem* in dem Sinn verstanden wird, der weiter oben geschildert wurde, nämlich *als kombinierte Maßnahme von Extensivierung, Großflächenschutz und schließlich Vernetzung*.

● Die existierenden großräumig geomorphologischen Strukturen und Verbindungen sind zu identifizieren und in das Gesamtkonzept zu integrieren.

● Kleinflächige raumstrukturelle Vorgaben wie Reste ehemaliger Heckensysteme, feuchte Böden, steinige Geländerrücken sowie alle extensiv genutzten oder ungenutzten Flächen sind zu kartieren und in das zu entwickelnde System einzubinden. Bei der Kartierung solcher Flächen können Luftbildauswertung und Falschfarbenaufnahmen wertvolle Hilfe leisten.

● Eine grobe Ökosystemanalyse, die vor allem die Identifikation der unterschiedlichen Zootope und der wichtigsten Tiergruppen einschließt und als Schwerpunkt die wesentlichen raumdynamischen Prozesse darstellt, ist zu erarbeiten.

● Die Dichte der Vernetzungsstrukturen sollte proportional zur Nutzungsintensität der Agrarflächen geplant werden. Je intensiver die Nutzung der Flächen, desto dichter sollte das Netz der Verbindungsstrukturen angelegt sein.

● Bestehende technische Hindernisse zwischen potentiellen oder real existierenden Teilebensräumen sollten soweit möglich entfernt oder entschärft werden. Insbesondere ist dabei an die Beseitigung aller Barrieren in Fließgewässersystemen (Verrohrungen, Staustufen, Sohlschwellen, Dämme und Wehre) für Fische, Krebse und Wasserinsekten gedacht.

● Die Netzdichte sollte an den Aktionsräumen und der Eindringtiefe der wichtigsten Regulatoren in die Nutzflächen orientiert sein. Für Hecken als mögliche Vernetzungselemente könnte das einen Maximalabstand von 200 bis 300 m bedeuten.

● Heckensysteme, krautige Säume, Uferbepflanzungen sind in ausreichender Breite zu planen und anzulegen. Ein- bis dreireihige Pflanzungen reichen in der Regel nicht aus, um die erwünschten abiotischen Bedingungen zu erreichen.

● Wenn immer möglich sind Pflanzungen so anzulegen, daß sich Säume und Randzonen entwickeln können. Die Auswahl der Gehölze ist entsprechend vorzunehmen.

● Die Gehölzauswahl sollte sich nach der potentiellen natürlichen Vegetation unter Berücksichtigung der naturgeschichtlichen Entwicklungen und der traditionellen Holznutzung richten. Pflanzen, die Schadinsekten als Zwischenwirte dienen, sollten vermieden werden.

● Verbindungsstrukturen sollten keinesfalls immer monotypisch angelegt sein. Interne Heterogenität mit sanften Übergängen steigert die Artenvielfalt, ohne die erhoffte Mobilitätsförderung wesentlich einzuschränken.

● Besondere Beachtung sollten die Übergänge in die angrenzenden Nutzflächen erfahren. Hier sollten technische Hindernisse (Straßen, asphaltierte Feldwege, Gräben) möglichst vermieden werden und die abiotischen Gradienten minimiert werden.

● Die Anschlüsse an die großflächigen Biotope (Schutzgebiete) sind zu optimieren. In Einzelfällen ist zu überlegen, ob eine trichterförmige Gestaltung die Besiedlungs- und Einwanderungsprozesse fördern kann.

● Selbstverständlich ist, daß Langlebigkeit und Störungsarmut der so geschaffenen Strukturen gesichert werden muß.

● Pflege und Management ist langfristig zu planen und bei Berücksichtigung von möglichst gering zu haltenden Eingriffen kontinuierlich durchzuführen.

● Eine Überlagerung verschiedener Netzstrukturen ist grundsätzlich möglich und häufig auch vom Arteninventar der Ökosysteme geboten.

● Konflikte mit anthropogenen Infrastrukturen (Straße, Schiene, Kanäle, Starkstromtrassen) sind soweit möglich zu vermeiden bzw. Kreuzungspunkte auch mit Hilfe technischer Mittel zu entschärfen.

Die hier zusammengetragenen Empfehlungen sind weder vollständig noch ein abgeschlossenes Konzept, sondern eher als erfahrungsorientierte offene Sammlung zu verstehen, die einer stetigen Ergänzung und insbesondere Konkretisierung bedarf. Gerade das letztgenannte — die Angabe konkreter Richtwerte in Maß und Zahl — wird regelmäßig eingefordert. Es muß bezweifelt werden, ob jemals soviel Wissen zusammengetragen werden kann, das eine Optimierung von Planungsaussagen im Hinblick auf die Stabilisierung der Biozönose in der wünschenswerten Schärfe und mit hinreichender Genauigkeit erlaubt.

So müssen die Planungshinweise in der jeweiligen Raumsituation und unter den jeweiligen agronomischen und ökologischen Rahmenbedingungen einer Prüfung unterzogen und gegebenenfalls auch variiert werden.

Die Zielsetzung, nämlich eine Öffnung und Durchdringung des Raumes einschließlich der Nutzflächen für die ganze Breite der Organismen zum Zweck der Stabilisierung der Ökosysteme und der Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, muß oberstes Ziel bleiben.

8. Zusammenfassung

Intensiv bewirtschaftete Agrar-Ökosysteme bestimmen das Landschaftsbild in weiten Teilen unseres Landes. Extensiv genutzte Geländestrukturen als Überbleibsel der ehemals großflächigen Matrix, in die die Nutzflächen eingebettet waren, verschwinden zunehmend und werden räumlich funktional isoliert.

Die Modellvorstellungen der Inselökologie lassen für solche kleinflächigen Restflächen einen niedrigen Artenbestand mit hoher Fluktuation und großer Instabilität hinsichtlich der dominanten Arten erwarten. Die von solchen Kleinstrukturen ausgehenden ökologischen Regulationseffekte sind vermutlich sehr gering, die raumdynamischen Prozesse vieler Tierarten bei Migration, Dispersion oder Wechsel zwischen Teilebensräumen können von solchen Flächen nicht ausreichend unterstützt werden.

Hecken können neben anderen vorstellbaren und auch real existierenden Vernetzungselementen zur Verbindung von Lebensräumen beitragen. Die Vielfalt der beobachteten Funktionen von Hecken reicht von mikroklimatischen Wirkungen über die Stabilisierung von Populationen bis hin zur von den Hecken ausgehenden Ausstrahlung von Organismen in die Agrarbereiche.

Hecken können in Form von jungen Anpflanzungen in der Agrarlandschaft neu installiert werden.

Bis solche Anpflanzungen zur ausgereiften Hecke heranwachsen, vergehen 15 bis 20 Jahre. Die meßbaren und beobachtbaren ökologischen Funktionen junger Anpflanzungen werden in Auszügen vorgestellt und diskutiert. Auch junge Anpflanzungen bewirken bereits eine spürbare Mikroklimaschwelle, ihr Ressourcenangebot wird ohne zeitliche Verzögerung und entsprechend dem Phytomassezuwachs exponentiell genutzt. Das Artenspektrum erfährt eine kontinuierliche Verschiebung von Feldarten zu Arten der Wälder, Wald-ränder, Gebüsche, Ufer und Wiesen — dieser Prozeß ist nach fünf Jahren erst in den Anfängen nachweisbar und wird sich sicherlich verstärken. Die Ausstrahlung von Nutzinsekten in die angrenzenden Felder kann an verschiedenen Beispielen dokumentiert werden.

Aus der Erkenntnis der Verarmung unserer Agrarlandschaften an kleinen, extensiv genutzten Landschaftsstrukturen und angesichts der drohenden ökologischen Folgen wird die Notwendigkeit eines Biotopverbundsystems begründet. Die Nachteile eines auf Funktionstrennung beruhenden Segregationsmodells werden geschildert und mit den Vorteilen des Integrationsmodells verglichen. Ein solchermaßen integratives Biotopverbundsystem muß eine Kombination von drei Maßnahmengruppen beinhalten:

- ★ flächendeckende Extensivierung
- ★ Schutz großflächiger Lebensräume
- ★ Vernetzungssystem mit extensiv oder ungenutzten Kleinstrukturen

9. Literatur

- AGGER, P. (1984):
Forvaltning of biotop mønstre. — J. Naturfredningsrådet, 63–66.
- AGGER, P., BRANDT, J., BYRNAK, E., JENSEN, S. M. & URSIN M. (1986):
Udviklingen i Agerlandets Smabiotoper i Ost Danmark. — forskningsrapport Nr. 48, Roskilde Universitetscenter
- BAUER, G. (1984):
Zur Regulation phytophager Insektenpopulationen in Hecken. — Laufener Seminarbeiträge 5/82.
- BIBER, J. P. (1979):
Bedeutung und Funktion der Hecken für die Vögel. — Vögel der Heimat 49 (5), 98–101.
- BORCHERT, J. (1981):
Umfang von naturnahen Landschaftsbestandteilen in intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften. — Natur u. Landschaft 56 (5), 180–182.
- EWALD, K. C. (1978):
Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. — Ber. Eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 191.
- HENDERSON, M. T., MERRIAM, G. & WEGNER, J. (1985):
Patchy Environments and Species Survival: Chipmunks in an Agricultural Mosaic. — Biol. Conserv. 31, 95–105.
- KARG, J. (1980):
Density and Variation of Aeroentomofauna in Agricultural Landscape. — Polish Ecological Studies 6 (2), 339–340.
- KNAUER, N. (1985):
Bodennutzung, Landbewirtschaftung, Landschaftsgestaltung. — VDLÜFA Schriftenreihe, Kongreßband 1985.
- LEWIS, T. (1968):
Windbreaks, Shelter and Insect Distribution. — Span 11,3.
- LEWIS, T. (1969):
The Diversity of the Insect Fauna in a Hedgerow and Neighbouring Fields. — J. appl. Ecol. 6, 453–548.
- MacARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1963):
An Equilibrium Theorie on Insular Zoogeography. — Evolution 17, 373–387.
- MADER, H. J. (1981):
Untersuchungen zum Einfluß der Flächengröße von Inselbiotopen auf deren Funktion als Trittstein oder Refugium. — Natur u. Landschaft 56 (7/8), 235–242.
- MADER, H. J. (1983):
Warum haben kleine Inselbiotope hohe Artenzahlen? — Natur u. Landschaft 58 (10), 367–370.
- MADER, H. J. & MÜLLER, K. (1984):
Der Zusammenhang zwischen Heckenlänge und Artenvielfalt. — Z. Kulturtechnik u. Flurbereinigung 25, 282–293.
- MADER, H. J., KLÜPPEL, R. & OVERMEYER H. (1986):
Experimente zum Biotopverbundsystem — tierökologische Untersuchungen an einer Anpflanzung. — SchrR. Landschaftspfl. Naturschutz H. 27, 136 S.
- MILBRADT, J. (1980):
Auswirkungen von Flurbereinigungsmaßnahmen im Landschaftshaushalt. — In: Möllenhauer, D. (Hrsg.): Landschaft als Lebensraum, 221–235, Senckenberg. Naturf. Ges. (CFS Nr. 41).
- PLATH, L. (1984):
Die Brutvogelbestände zweier unterschiedlich strukturierter Feldhecken im Rostocker Gebiet. — Naturschutzarb. i. Mecklenburg 27 (1), 31–34.
- PLOCH, P. (1984):
Schnecken in Hecken. Ein zoologischer Beitrag zur ökologischen Landschaftsforschung am Niederrhein. — Mitt. LÖLF 9 (2), 19–20.
- SCHULZE, E. D., REIF, A. & KÜPPERS, M. (1984):
Die pflanzenökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. — Berichte der ANL, Beih. 3, Teil 1, Laufen.
- SPREIER, B. (1982):
Bedeutung von Hecken in Flurbereinigungsgebieten als Reservoir für tierische Organismen, untersucht am Beispiel der Carabiden und Isopoden. — Diss. Heidelberg, 188 S.
- THIELE, H. U. (1971):
Wie isoliert sind Populationen von Waldcarabiden in Feldhecken? — In: DenBoer P. J. (ed.): Dispersal and Dispersal Power of Carabid Beetles. — Misc. Papers, Landbouwhoges. Wageningen 8, 105–111.
- ZIMMERLI, E. (1979):
Das Vogelschutzgehölz. — Vögel der Heimat 49 (5), 105–108.
- ZWÖLFER, H., BAUER, G., HEUSINGER, G. & STECHMANN, D. (1984):
Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. — Berichte der ANL, Beih. 3, Teil 2, Laufen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans-Joachim Mader
Institut für Naturschutz und Tierökologie
d. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz
u. Landschaftsökologie
Konstantinstraße 110
5300 Bonn 2

ZOBODAT - 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): Mader Hans-Joachim

Artikel/Article: [Forderungen an Vernetzungssysteme in intensiv genutzten Agrarlandschaften aus tierökologischer Sicht 25-33](#)