



# Naturschutzorientierte ökologische Forschung in der Bundesrepublik Deutschland

---

Laufener Seminarbeiträge 3/90



AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE



# **Naturschutzorientierte ökologische Forschung in der Bundesrepublik Deutschland**

**Laufener Ökologie-Symposium**

9. - 11. Mai 1988  
Laufen an der Salzach

Seminarleitung:  
Dr. Michael Vogel,  
Dipl.-Biologe, ANL

---

Herausgeber:

Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege,  
D-8229 Laufen a.d. Salzach, Postfach 1261, Tel. 08682/7097

Titelbild:

Detail eines Color-Infrarot-Luftbildes aus dem Gebiet "Haarmoos mit Abtsee" südl. von Laufen (Flug und Auswertung Firma Photogrammetrie, München; Bildmaßstab ca. 1 : 3000, Aufnahme-material Colorinfrared, Aufnahmezeitpunkt November 1987, Luftbildfreigabe Reg. v. Obb. G 7/89793).

Das Haarmoos als bedeutsames Wiesenbrüteregebiet ist ein Forschungsschwerpunkt der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Ziele des Forschungsvorhabens sind die Erfassung der Tier- und Pflanzenwelt, der Vegetation und des Wasserhaushaltes. Auf der Grundlage eines umfassenden Monitorings werden die Bestandsentwicklung der Wiesenbrüter dokumentiert und Vorschläge für die Optimierung des Lebensraumes der Wiesenbrüter erarbeitet. Die Umsetzung der Vorschläge erfolgt über das "Wiesenbrüterprogramm" in Form von Bewirtschaftungsverträgen mit den einheimischen Landwirten. Das Vorhaben ist somit auch ein Beispiel für die Effizienzkontrolle von Maßnahmen des Naturschutzes.

Die Technik der Infrarotbefliegung dient der Erfassung der Vegetation, der ökologischen Feuchtegrade, der Nutzungsintensität und der vorhandenen Strukturelemente. Für die Interpretation der Farbabstufung seien folgende Hinweise gegeben:

Im Waldbereich steht rot für Nadelholz, graugrün für Laubholz (unbelaubt); im Grünlandbereich rot für Glatthaferwiese, mit Zunahme des grünen Farbtones kohldistelreiche Glatthaferwiese bis Pfeifengrasstreuwiese. Die große grüne Fläche in der Nähe des landwirtschaftlichen Anwesens ist ein abgeernteter Acker. Der Abtsee erscheint als schwarze Fläche rechts am Bildrand. Die linearen Strukturen im Grünlandbereich sind Entwässerungsgräben. Vegetationsfreie Wege werden hellblau abgebildet.

Manfred Fuchs, ANL

LAUFENER SEMINARBEITRÄGE 3/90

Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) – Juni 1990

ISSN 0175-0852

ISBN 3-924374-60-0

---

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen – auch auszugsweise – aus den Veröffentlichungen der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

---

Satz und Druck: ANL

## Programm des Symposiums

---

### Referenten

### Referate und Diskussionen

---

#### Montag, 9. Mai 1988:

Manfred Fuchs, Dipl-Biologe,  
Akademie für Naturschutz und  
Landschaftspflege, Laufen

Naturschutzorientierte ökologische Forschung:  
Abgrenzung, Ziele, Aufgaben

Prof. Dr. Ulrich Ammer und  
Dr. Hans Utschick,  
Lehrstuhl f. Landschaftstechnik der  
Ludwig-Maximilians-Univ. München

Zur ökologischen Bewertung von Beständen und  
Kleinstrukturen im Wald

Dr. Stefan Halle,  
Zool. Institut der Universität Köln,  
Lehrstuhl f. Physiologische Ökologie

Die Einwanderung von Kleinnagern und ihr Einfluß  
auf die forstliche Rekultivierung im rheinischen Braun-  
kohlenrevier

#### Dienstag, 10. Mai 1988:

Prof. Dr. Andreas Bresinsky,  
Institut f. Botanik d. Univ. Regensburg

Artenschutz Niederer Pflanzen

Prof. Dr. Werner Topp,  
Zool. Institut d. Universität Köln,  
Lehrstuhl f. Physiologische Ökologie

Dispersion und Artenaustausch –  
Variationen zum Thema: Biotopbewertung

Prof. Dr. Klaus Dierßen,  
Botan. Institut der Universität Kiel

Naturschutzprobleme und Lösungsansätze in Ge-  
bieten mit agrarischer Vorrangnutzung

Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer,  
Techn. Universität München -  
Institut f. Landespflege u. Botanik,  
(Geobotanik)

Renaturierung von Agrarlandschaften: Begründung,  
Konzepte, Maßnahmen als Aufgabe ökologischer  
Naturschutzforschung

Prof. Dr. Wolfgang Stein,  
Justus Liebig-Universität Gießen,  
Ökologische Forschungsstat. Edersee

Seeufer – gefährdete Lebensräume spezialisierter  
Tierarten

Prof. Dr. Otto Siebeck,  
Limnologische Forschungsstation Seon  
d. Zool. Instituts der Univers. München

Gibt es funktionelle Eigenschaften zur Charakteri-  
sierung und Bewertung von Seen? Limnologische Un-  
tersuchungen in Seen des Naturschutzgebietes See-  
oner Seenplatte

#### Mittwoch, 11. Mai 1988:

Harald Fugmann u.  
Martin Janotta,  
Arbeitsgemeinschaft Ökologie u. Land-  
schaftsentwicklung, Berlin

Konzept zum Monitoring für den Naturschutz im  
Land Berlin

---

|  |                          |    |
|--|--------------------------|----|
| Vorwort  | M. VOGEL                 | 5  |
| Naturschutzforschung: Abgrenzung, Ziele, Aufgaben.<br>Konzept der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege   | M. FUCHS                 | 6  |
| Zur Erfassung und Bewertung von Kleinstrukturen im Wald  | U. AMMER<br>H. UTSCHICK  | 14 |
| Die Einwanderung von Kleinnagern und ihr Einfluß auf die forstliche Rekultivierung im rheinischen Braunkohlenrevier  | St. HALLE                | 16 |
| Dispersion und Artenaustausch –<br>Variationen zum Thema: Biotopbewertung  | W. TOPP                  | 21 |
| Naturschutzprobleme und Lösungsansätze in Gebieten mit agrarischer Vorrangnutzung  | K. DIERSSEN              | 31 |
| Renaturierung von Agrarlandschaften – Begründung, Konzepte, Maßnahmen als Aufgabe ökologischer Naturschutzforschung  | J. PFADENHAUER           | 40 |
| Seeufer – gefährdete Lebensräume spezialisierter Tierarten   | W. STEIN                 | 45 |
| Konzept zum Monitoring für den Naturschutz im Land Berlin  | H. FUGMANN<br>M. JANOTTA | 50 |
| Konzeptionelle Betrachtungen zum Forschungsprojekt "Untersuchungen über die Eignung funktioneller biozönotischer Eigenschaften zur Charakterisierung und Bewertung von Seen, insbesondere unter dem Aspekt der In-Schutz-Stellung" | O. SIEBECK               | 64 |

---

## Vorwort

Naturschutz hat klare zukunftsorientierte Ziele. Naturschutz ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung von Pflanzen und Tieren wildlebender Arten, ihrer Lebensgemeinschaften und der natürlichen Lebensgrundlagen sowie zur Sicherung von Landschaften und Landschaftsteilen unter natürlichen Bedingungen.

Grundlagen des Naturschutzes sind einmal eine subjektive innere Einstellung des einzelnen und zum anderen objektive wissenschaftliche Erkenntnisse in erster Linie aus dem Bereich der Ökologie.

Um die obengenannten Ziele zu erreichen, stellt sich immer dringender die Aufgabe einer naturschutzorientierten ökologischen Forschung, die objekt- und/oder problembezogen angelegt sein muß. So werden beispielsweise in einer schnellebigen Zeit Fragen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes immer vorrangiger. Was aber steht hinter dem Ausdruck "Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes"?

Naturschutzorientierte Forschung beinhaltet a priori eine Wertung der Forschungsaufgabe und zielt auf Umsetzbarkeit ab.

Das Symposium hatte die Zielsetzung:

- Erfahrungsaustausch zwischen Personen und Instituten, die wissenschaftlich und forschend auf dem Gebiet der Ökologie oder des Naturschutzes tätig sind.
- Probleme der Wertung und Umsetzbarkeit ökologischer Forschungsergebnisse zu diskutieren und Lösungsvorschläge zu finden.
- Naturschutzbezogene Forschungsergebnisse zu sammeln, neue Forschungsansätze zu finden und Konzepte zu entwickeln.

Dr. Michael Vogel, ANL

# Naturschutzforschung: Abgrenzung, Ziele, Aufgaben

## Konzept der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege

Manfred Fuchs

### Vorwort

"Der Mensch ist auf dreifache Weise in die Natur eingebettet, die ihn umgibt:

- Er entstammt ihr, er ist ihr Produkt oder, weniger prosaisch gesagt, ihre Schöpfung.
- Er ist auf sie angewiesen, da sie ihn nährt und erhält; er ist somit ihr Kostgänger und Ausbeuter.
- Und er hat sie sich so sehr untertan gemacht, daß sie zunehmend von ihm abhängig wird; immer mehr wird sie sein Werk, allerdings nur allzuoft das Zerstörungswerk seiner Herrschaft.

Da der Mensch also nicht nur das Produkt der Natur ist, sondern auch ihr Nutzer und ihr Beherrscher, wird sie ihm unausweichlich immer mehr zum Auftrag, für dessen Erfüllung er Verantwortung trägt, und da alles Wirken des Menschen Ausdruck seiner Kulturfähigkeit ist – die sein eigentliches Wesen ausmacht – wird ihm die Natur zur *Kulturaufgabe*". (Hubert MARKL)

### 1. Was ist Naturschutzforschung?

*Naturschutz dient primär der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen.*

Diese naturschutzzeitige Zielsetzung beinhaltet den Schutz, die Pflege und Entwicklung

- der Naturgüter,
- der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten und ihrer Lebensräume,
- des Naturhaushaltes insgesamt.

Die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen setzt jedoch Kenntnisse und Wissen voraus

- über den Naturhaushalt und seine Bestandteile,
- über seine Funktionen und Leistungen,
- über die Wechselbeziehungen zwischen dem Menschen und seiner Umwelt.

Naturschutz beruht deshalb auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und Naturschutzforschung

bezweckt deshalb auch eine entsprechende Wissensmehrung. Naturschutz hat jedoch neben den genannten Zielen auch naturschutzzeitige Gründe. Diese Gründe liegen in den Bereichen

- psychosozialer,
- ethischer und
- existentieller Ansprüche

des Menschen.

Naturschutz kann deshalb nicht beschränkt werden auf die Frage nach dem "Wie", auf Kenntnisse und Wissen allein. Zwingend stellt sich die Frage nach dem "Warum" und "Wie soll es sein". Zur Kenntnis tritt die Erkenntnis, zum Wissen das Ge-wissen. In das Streben nach objektivem Erkenntnisgewinn müssen auch persönliche und gesellschaftliche Werthaltungen mit einbezogen werden.

Naturschutzforschung wird deshalb verstanden als "Forschung für Naturschutz und Landschaftspflege" mit dem Ziel der Mehrung objektiver wissenschaftlicher Erkenntnisse unter Einbeziehung subjektiver Werthaltungen und der Erarbeitung nachvollziehbarer Handlungsanleitungen.

Mit diesem Anspruch

- überschreitet Naturschutzforschung die fachlichen Grenzen der ökologischen Disziplinen,
- werden Bereiche der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften mit einbezogen,
- werden Fragen der Ethik berücksichtigt,
- werden naturschutzfachliche Anforderungen an den einzelnen und an die Gesellschaft begründet.

Naturschutzforschung in diesem Sinne ist eine umfassende, gesellschaftliche Aufgabe.

### 2. Wie verhält sich Naturschutzforschung zur ökologischen Forschung?

Ökologie ist die Wissenschaft von den Umweltbeziehungen der Lebewesen. Sie widmet sich Fragen nach Struktur und Funktion des Naturhaushaltes, seiner Systeme und Kompartimente. Im tradierten Wissenschaftsverständnis wird dabei das Ideal der Wertfreiheit angestrebt, hat die Objektivierung

der Natur durch wissenschaftliche Vernunft, die beobachterunabhängige Reproduzierbarkeit der Ergebnisse höchsten Rang. Die Ökologie hat als Wissenschaftsdisziplin das Ziel der Durchdringung der realen Welt. Sie fragt nach Sein, nicht nach Sollen oder Kann. Ihre Ergebnisse sind zunächst wertneutral.

Diese Aussage erscheint mir insofern von besonderer Bedeutung, als sie keine Abkehr von der Ökologie beinhaltet, sondern vielmehr die Möglichkeiten und Grenzen der Ökologie in angemessener Weise berücksichtigt. Betrachtet man die historische Entwicklung der Ökologie etwa bis zur Zeit des Zweiten Weltkrieges, so lassen sich die Entwicklungsphasen mit den Begriffen "Autökologie, Synökologie und Demökologie" umschreiben. Die Autökologie war dabei im Grunde der Versuch, die besonderen Lebensgewohnheiten, Eigenschaften und Funktionen einzelner Arten kennenzulernen. Frühzeitig wurde jedoch klar, daß ein solcher Versuch ohne Berücksichtigung des Prinzips der Anpassung von Organismen an die Bedingungen der Außenwelt nicht gelingen kann. Im synökologischen Ansatz wurden die in spezifischen Lebensräumen existierenden spezifischen Lebensgemeinschaften als Einheiten höherer Ordnung, als sich durch Selbstregulation im ökologischen Gleichgewicht erhaltende Ganzheiten interpretiert. Die Demökologie unternahm mittels Einbeziehung mathematischer, "logistischer" Funktion den Versuch, das Wachstum von Populationen zu beschreiben. Unter dem Einfluß vor allem amerikanischer Ökologen wandte sich nach dem Krieg das wissenschaftliche Interesse den Energieflüssen in Ökosystemen zu. Als wesentlicher Ausfluß mag hierfür die Erkenntnis gelten, daß Ökosysteme weder im Raum noch in der Zeit homogene Gebilde darstellen. In der neueren Literatur, ich verweise auf Tom FENCHEL (1987) Ecology - Potentials and limitations - wird betont, daß sich die Wechselwirkungen zwischen den Komponenten von Lebensgemeinschaften nicht als deterministisches Beziehungsgefüge beschreiben lassen. FENCHEL betont die "dynamische Komponente", die nur lose strukturierte Gruppierung von Organismen.

In "Biologie in unserer Zeit" hat Prof. WIESER, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, FENCHELs Buch besprochen und gewürdigt. Ich möchte seine Schlußbemerkung zitieren:

"Im Laufe eines halben Jahrhunderts haben sich somit in der Ökologie die Akzente entscheidend verschoben, und hinter dieser Verschiebung werden die Grenzen der Ökologie als einer naturwissenschaftlichen Methode sichtbar. Wenn Ökosysteme von Gleichgewichtszuständen weit entfernt sind und nicht als harmonische, durch zahllose Wechselwirkungen stabilisierte Organismen höherer Ordnung angesehen werden können; wenn Klimazustände nicht End- und Fluchtpunk-

te, sondern bloß Durchgangsstadien in desynchronisierten Entwicklungszyklen darstellen (REMMERT 1985); wenn das Schicksal von Lebensgemeinschaften entscheidend von historischen Zufällen, von Katastrophen und stochastischen Prozessen geprägt wird; wenn das Anpassungsschema einer natürlichen Population nichts anderes ist als ein Kompromiß zwischen verschiedenen Lösungsmöglichkeiten, dann wird auch der Anspruch vieler sogenannter ökologischer Bewegungen hinfällig, daß sich die Erhaltung eines bestimmten Zustandes der Natur aus ökologischen Prinzipien ableiten lassen müsse. Vielmehr ist es so, daß jeder Biotop: ein Auwald, ein Hochmoor, eine Bergwiese, einen Wert repräsentiert, dessen Festsetzung aufgrund eines Werturteils erfolgt. Wenn um die Erhaltung dieses Biotops gekämpft wird, dann deshalb, weil sich der kämpfende Teil der Bevölkerung mit dem Werturteil identifiziert hat, aber nicht, weil die Unantastbarkeit dieses Biotops aus irgendwelchen fundierten ökologischen Regeln folgt. Hier wird die Grenze der Ökologie als Wissenschaft sichtbar". (Zitat Ende)

Es kann jedoch nicht geleugnet werden, daß die fortschreitende Ausbeutung der Natur ohne die immer weiter ausufernde Objektivierung der Natur durch "wissenschaftliche Vernunft" so nicht möglich wäre. Deshalb vermag auch G. ALTNER einer Wissenschaft nur dann das Prädikat "ökologisch orientiert" zuerkennen, wenn

1. Technologie-Folgekontrolle,
2. soziale Zielprojektion und
3. Reflexion auf die Bedingungen der Möglichkeit

gewahrt sind (ALTNER 1983). Ökologisch orientierte Wissenschaft ist - nach ALTNER - stets wertbezogen.

Naturschutz ist in diesem Sinne immer nur ökologisch orientiert und Naturschutzforschung immer nur wertbezogen denkbar. Diese Standortbestimmung führt jedoch keineswegs zu einer Ablehnung wissenschaftlicher Methoden, allenfalls zu der gewünschten Abgrenzung. Naturschutzforschung hat:

- eigene, fachspezifische Aufgabenfelder,
- eigene, wissenschaftstheoretische Ansätze,
- eigene, fachliche Ziele.

### 3. Warum wird eine Naturschutzforschung benötigt?

Der verantwortungsbewußte Umgang mit der Natur als Teil der Suche nach den Bedingungen des Überlebens ist Auftrag und Herausforderung an den Naturschutz der Gegenwart. Die mit diesem Auftrag verbundenen Fragen und Probleme sind ohne zusätzliche Forschungsbemühungen nicht

lösbar. Der Aufbau einer Naturschutzforschung ist aus folgenden Gründen notwendig:

- Es bedarf naturschutzzeigener Strategien und Ansätze in bezug auf Methodenfindung, Erkenntnisgewinn und Umsetzung in Naturschutzhandeln.
- Politik und Verwaltung benötigen Entscheidungshilfen, und die Öffentlichkeit hat ein Recht auf ausreichend fundierte Erkenntnisse.
- Das Fachressort ist zur Erfüllung seiner Fachaufgaben auf eigenständige Forschungsergebnisse angewiesen.
- Auch anderen Fachdisziplinen muß zur Umsetzung von Naturschutzzielen Fachwissen zur Verfügung gestellt werden.
- Der Forschungsbedarf übersteigt die insgesamt vorhandenen Kapazitäten.
- Das notwendige Wissen wird derzeit von den Hochschulen, den staatlichen Fachinstituten und Akademien nicht im notwendigen Umfang erarbeitet und angeboten.
- Vorhandenes Wissen wird nicht in ausreichendem Maße zusammengeführt und verfügbar gemacht.
- Die Zeiträume zwischen Erkenntnisgewinn und praktischer Anwendung müssen verkürzt werden.
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist unabdingbar.

#### 4. Welche Aufgabenfelder hat Naturschutzforschung?

Naturschutz ist eine Handlungsdisziplin. Ziel der Naturschutzforschung, die ja - wie definiert - Forschung für Naturschutz ist, muß es daher sein,

- die Wissensgrundlagen zu vermehren durch Erfassung, Sammlung und Verknüpfung von Grundinformationen;
- dieses Wissen für die Naturschutzpraxis aufzubereiten;
- das aufbereitete Wissen in die Praxis umzusetzen, dies schließt Transformation zur Anwendungsreife, Erfolgskontrolle und Rückmeldung der Defizite ein.

Hieraus ergeben sich für mich folgende Aufgabenfelder:

- Grundlagenermittlung
  - a) im Bereich der Bio- und Geowissenschaften,
  - b) im Bereich der Gesellschafts- und Geisteswissenschaften.
- Aufbereitung und Bewertung des Wissens unter Berücksichtigung der Naturschutz-Entwicklung, der naturschutzzeigenden Begriffs- und Zielbestimmung.
- Umsetzung des Naturschutzwissens in die Naturschutzpraxis.

Diese Umsetzung erfolgt in zwei parallelen Ansätzen:

- a) *fachintern*  
über Maßnahmen, Organisation und Planung der Naturschutzverwaltung,
- b) *fachübergreifend*  
mit Hilfe der Disziplinen der Landnutzung, der Wirtschaft und der Politik.

#### 5. Forschungsbedarf im Grundlagenbereich der Bio- und Geowissenschaften

Naturschutzforschung im Grundlagenbereich der Bio- und Geowissenschaften beinhaltet Forschung, die dem Ziel dient, die Landschaft, die Naturgüter, die Tier- und Pflanzenwelt und ihre Lebensräume, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts insgesamt zu sichern.

- Wie kann die Natur bei Erholungs-Prozessen unterstützt werden?  
*Renaturierungs- und Regenerations-Forschung*
- Wie laufen natürliche und anthropogen bewirkte Folgeerscheinungen beim Wandel von Ökosystemen ab?  
*Sukzessions-Forschung*
- Wie regulieren bestimmte Ökosysteme ihren hinreichend gleichbleibenden Aufbau? Wie halten sich Ökosysteme im Rahmen bestimmter Schwankungen stabil?  
*Regulations-Forschung und Stabilitätsforschung*
- Welche Beziehungen der Arten bestehen untereinander? Wovon hängen diese Vernetzungssysteme in bezug auf ihre Festigkeit und Austauschbarkeit ab?  
*Vernetzungsforschung.*
- Welche Bedingungen liegen den verschiedenen Entwicklungen der Artenvielfalt und der Artenkapazität eines Ökosystems bzw. Biotops zugrunde?  
*Diversitäts-Forschung.*
- Welche Ansprüche stellen Populationen und Ökosysteme an Umfang und Qualität von Fläche und Raum?  
*Minimalraum-Forschung*
- Welche Auswirkungen haben Verbund und Isolation von naturnahen und natürlichen Ökosystemen? Wie wirken sich die intensiv bewirtschafteten anthropogenen Biotope (wie Äcker oder Intensiv-Grünland) bzw. urbane Komplexe wie Industrie-, Wohn-, Sport- und Straßenanlagen auf Verbund und Isolation natürlicher und naturnaher Biotope aus? Wie wirken sich - in umgekehrter Richtung - Pufferzonen durch

ihre Isolations-Eigenschaften gegenüber den Emissionseffekten von stark anthropogen beeinflussten Biotopen zum Schutze von gefährdeten Lebensräumen aus?

*Verbund- und Isolations-Forschung.*

- Welche Bedeutung haben Übergangszonen (Ökotope) zwischen den einzelnen Biotopen bzw. Ökosystemen für die Existenz von Arten und für den Verbund von Biotopen?

*Ökoton-Forschung.*

- Welche Bedeutung haben einzelne Arten in Schlüsselpositionen des ökosystemaren Netzwerks für die gesamte Existenz eines Ökosystems oder seiner Teilbereiche?

*Forschung über die Rolle von Schlüssel-Arten.*

- Welche Rolle können "seltene Arten" für die Stabilität von Ökosystemen spielen?

*Forschung über die Rolle "seltener Arten".*

- Wie verbreiten und verändern sich Arten, Populationen und Ökosysteme?

*Monitoring.*

### **Forschungsbedarf im Grundlagenbereich der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften**

Naturschutzforschung im Grundlagenbereich der Geistes- und Gesellschaftswissenschaften beinhaltet Forschung zu Werthaltungen der Gesellschaft, des einzelnen und ihrer Wechselwirkungen zum Naturschutz.

Vorrangige Fragestellungen sind:

- Wie läßt sich der Stellenwert des Naturschutzes in unserer Gesellschaft verbessern?

*Fragen der Relevanz und Akzeptanz.*

- Welchen Einfluß haben psychosoziale Faktoren auf den Naturschutz?

*Fragen des psychosozialen Umfeldes.*

- Wie und unter welchen Bedingungen hat sich der Naturschutz entwickelt?

*Fragen der Naturschutzgeschichte.*

- Welche Aufgabe und Verpflichtung hat der Mensch im Umgang mit der Natur? Welche Wertmaßstäbe sind daraus abzuleiten? Kann von einem "Eigenrecht" der Natur gesprochen werden?

*Fragen der Ethik und Moral.*

- Welche Bedeutung hat das Naturerlebnis? Welche Grundlagen ästhetischer Ansprüche des Menschen an die Natur gibt es?

*Fragen der Ästhetik.*

- Wie läßt sich Naturbeziehung in den verschiedensten Altersstufen entwickeln und fördern?

*Fragen der Erziehung und Bildung.*

### **Forschungsbedarf im Bereich Aufbereitung und Bewertung des Grundlagenwissens**

Naturschutzforschung im Bereich Umsetzung der Ziele des Naturschutzes:

Sie beinhaltet die Anwendung und Umsetzung des Grundlagenwissens auf allen Ebenen gesellschaftlichen Handelns.

Wesentliche Fragestellungen und Aufgaben sind:

- Wie lassen sich Begriffe wie "Ausgleichbarkeit", "Leistungsfähigkeit" definieren?

*Begriffsbestimmung.*

- Wie lassen sich verbindliche Normen und Standards entwickeln?

*Kriterienerstellung.*

- Wie lassen sich Verfahren zur Bewertung und Skalierung entwickeln?

*Bewertung.*

- Welche Arbeitsfelder sind vorrangig?

*Prioritätensetzung.*

- Wo bestehen fachinterne Konflikte und wie lassen sie sich lösen?

*Konfliktanalyse und Konfliktlösung.*

- Welche Teile der Gesellschaft sind mit welcher Methode für Naturschutzziele aufschließbar?

*Zielgruppenbestimmung und Methodenfindung.*

- Lehre und Ausbildung

*Methodik.*

- Wie können Fachkonzepte und ihre Umsetzung abgestimmt werden?

*Koordination.*

- Wie läßt sich Naturschutz planerisch umsetzen?

*Planung.*

- Wie kann Naturschutz zielorientiert in der Gesellschaft umgesetzt werden?

*Naturschutzpolitik.*

- Wo besteht Nachholbedarf und wie läßt sich größere Wirksamkeit erzielen?

*Defizite und Effizienz.*

- Wie sind Naturschutzmaßnahmen zu erfassen und zu bewerten?

*Dokumentation, Effizienzkontrolle.*

### **6. Wer betreibt Naturschutzforschung?**

Eine objektive Betrachtung der gegenwärtigen Situation zeigt, daß Naturschutzforschung im Rah-

men der vorgenannten Aufgabenfelder von verschiedensten Institutionen und Personen betrieben wird und auch betrieben werden muß. Es gibt keinen Alleinvertretungsanspruch auf Naturschutzforschung.

Ziel muß sein,

- ein für alle Beteiligten nutzbares Informationssystem aufzubauen,
- Schwerpunkte in der Naturschutzforschung zu entwickeln,
- ihre Effektivität zu erhöhen.

Die Akademie für Naturschutz hat nach Art. 40 BayNatSchG die Aufgabe, "anwendungsorientierte ökologische Forschung zu betreiben". Dieser Auftrag geht über die in der Verordnung zur ANL in § 2 Abs. 1 enthaltene Aufgabe hinaus, wonach die ANL die Durchführung von grundlagen- und praxisbezogenen Forschungsaufgaben bei den dazu geeigneten wissenschaftlichen Einrichtungen anzuregen und zu unterstützen und dabei insbesondere die Abstimmung von Forschungsvorhaben zu fördern hat.

Der Kommentar von FRIEDLEIN, WEIDINGER, GRAß zum Bayer. Naturschutzgesetz erläutert den Auftrag zur anwendungsorientierten ökologischen Forschung wie folgt:

"Wie aus den einschlägigen Beratungen im Ausschuß für Landesentwicklung und Umweltfragen des Bayer. Landtags hervorgeht, soll die Akademie bei ihrer anwendungsorientierten ökologischen Forschung vor allem Bereiche auswählen, die noch nicht durch Forschungsvorhaben von Hochschulen und Landesanstalten, z. B. der Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau oder der Landesanstalt für Fischerei, abgedeckt sind. Es bietet sich an, seitens der Akademie insbesondere langfristige ökologische Forschungsaufgaben zu erfüllen. Dies ist an den Hochschulen – bedingt durch Forschungsaufträge, die in aller Regel in kürzeren Zeiträumen abzuschließen sind – nur in eingeschränktem Maß der Fall. Die Formulierung von Abs. 2 steht grundsätzlich der Möglichkeit nicht entgegen, die Forschungsaufgaben – ganz oder teilweise – im Rahmen einer ökologischen Lehr- und Forschungsstation zu betreiben".

Wesentlich für eine anwendungsorientierte ökologische Forschung der ANL sind also:

- die Entwicklung langfristig angelegter Forschung,
- die Bearbeitung kurzfristiger, von den Hochschulen nicht zu leistender Projekte,
- die grundsätzliche Möglichkeit des Betriebs einer ökologischen Lehr- und Forschungsstation,
- die Zusammenarbeit mit bestehenden Einrichtungen der Forschung und Lehre.

## 7. Aufgabenstellung der ANL in der Naturschutzforschung

Auf der Grundlage des gesetzlichen Auftrages sieht die ANL die Notwendigkeit, folgende Aufgabenfelder zu bearbeiten:

- Erfassung und Auswertung der naturschutzrelevanten Forschungsliteratur

Es ist hierbei wesentlich, die Literatur verwandter Fachgebiete mit zu berücksichtigen und die Ergebnisse bezüglich ihrer Verwertbarkeit für den Naturschutz zu prüfen.

- Dokumentation der naturschutzrelevanten Literatur

Hierbei wird auf enge Zusammenarbeit bzw. auf Arbeitsteilung mit ähnlichen Einrichtungen geachtet. Seit 1986 wurde z. B. mit der BfANL eine Aufteilung der zu dokumentierenden Fachliteratur vereinbart. Die ANL dokumentiert schwerpunktmäßig Literatur aus dem bayerischen Raum.

- Förderung des Informationsaustausches

Über die Erarbeitung thematischer Bibliographien und die Durchführung wissenschaftlicher Seminare und Symposien wird ein umfassender Informationsaustausch angestrebt.

- Ermittlung von Wissensdefiziten aufgrund der Anforderung der Naturschutzpraxis
- Forschungsanregung und Forschungskoordination zur Beseitigung von Wissensdefiziten
- Bearbeitung naturschutzrelevanter Fragestellungen.

Derzeitiger Schwerpunkt ist die Methodenentwicklung zur Anlage von Dauerbeobachtungsflächen.

Die diesbezüglichen Forschungsansätze der ANL möchte ich Ihnen nunmehr näher erläutern.

## 8. Problemstellung und Zielsetzung

Verantwortungsvolle Umweltpolitik kann nur dann betrieben werden, wenn eine ausreichende Wissensgrundlage über die Auswirkungen anthropogener Einwirkungen auf Natur und Umwelt vorhanden ist.

Im Bereich des technischen Umweltschutzes sind Bioindikatoren und passives Umweltmonitoring längst üblich. Der biologische Umweltschutz, speziell der Naturschutz, bedient sich dieser Methoden noch völlig unzureichend.

Mit der Einrichtung eines repräsentativen Netzes von Dauerbeobachtungsflächen in den für Bayern typischen Lebensräumen, Pflanzen- und Tiergemeinschaften lassen sich folgende Ziele erreichen:

- Erfassung natürlicher oder nutzungsbedingter Entwicklungsvorgänge:

Die Notwendigkeit der Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen in charakteristischen Vegetationstypen ergibt sich aus der mangelhaften Kenntnis der Vorgänge, denen das gesamte Ökosystem während seiner Entwicklung unterliegt. Konkretisieren lassen sich bei entsprechend langen Beobachtungszeiten, deren Dauer typenabhängig ist, insbesondere Unterschiede zwischen endo- und exogen gesteuerten sowie gerichteten und ungerichteten Prozessen. Aus diesem Grund ist ein System solcher Dauerflächen für alle ökologischen Teildisziplinen von eminenter Bedeutung.

- Dokumentation der Entwicklung der Lebensgemeinschaften nach Beendigung der menschlichen Nutzung (Wiederbewaldungsprozesse ehemals landwirtschaftlich genutzter Freiflächen, Umwandlung von Nutz- in Urwälder):

Hierbei wird auf alle diejenigen Schutzgebiete Bezug genommen, die auch zum Zweck der Rückführung ihrer Gesamt- oder einzelner Teilflächen in einen naturnahen Zustand eingerichtet wurden wie die Nationalparke Bayerischer Wald und Königssee, ebenso die Naturwaldreservate und andere, aus der regulären Nutzung herausgenommene und sich selbst überlassene Flächen. Die dabei ablaufenden Vorgänge mit weit über das Lebensalter von Einzelbäumen hinausreichender Dauer liefern neben allgemeinen Erkenntnissen zur Naturwaldentwicklung auch Erfahrungen, die bei waldbaulichen Maßnahmen und in der forstlichen Standortskunde verwendet werden können.

- Dokumentation und Bewertung der Auswirkung anthropogener Belastungen auf Struktur und Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften:

Jede Dauerfläche dokumentiert bei ausreichend dichten Beobachtungsreihen in ihrer zeitlichen Dynamik auch die Veränderung der Umweltsituation. Bei gravierenden Eingriffen mit rasch ablaufenden Prozessen wie dem Waldsterben in Gebirgslagen können Veränderungen schnell erkannt, anschaulich dargestellt und für die Prognose bevorstehender Entwicklungen der Gesamtsituation verwendet werden. Aber auch schleichende, nicht sofort sichtbar werdende Belastungen lassen sich bei genügend langen Zeitreihen und einer ausreichenden Anzahl von unbelasteten Vergleichsflächen erkennen. So kann der Rückgang besonders empfindlicher Arten Hinweise auf die Veränderung bestimmter abiotischer oder biotischer Faktoren geben (schleichender Schadstoffeintrag, Eutrophierungsprozesse u.a.m.). Dauerbeobachtungsflächen ermöglichen es, mit wissenschaftlichen Methoden und konkretem Gebietsbezug Umweltveränderungen nachzuweisen und ihre Ursachen festzustellen. Daraus können zusätzlich wesentliche Rückschlüsse auf indikativ wichtige Struktur- und Funktionsparameter

gezogen werden. Dauerflächen tragen also auch zur Indikatorfindung bei, die allerdings durch Spezialprogramme auf ausgewählten Flächen mit eindeutiger Belastungssituation verfeinert und ergänzt werden muß.

- Dokumentation und Optimierung von Maßnahmen der Ökotechnik (Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen des Naturschutzes, Wiederherstellung gestörter und Neuschaffung vernichteter Systeme):

Wesentliche Beiträge zur Methodik in der Anlage, Aufnahme und Auswertung von Dauerflächen stammen aus Arbeiten, die sich mit der Auswirkung bestimmter Managementverfahren auf die Vegetationsentwicklung befaßten. Für die Überprüfung laufender Maßnahmen des Naturschutzmanagements erscheint die Errichtung von Dauerbeobachtungsflächen somit unerlässlich. Auch hierfür ist ein möglichst einheitliches Vorgehen empfehlenswert, um die Vergleichbarkeit der Aussagen zu gewährleisten. Unbenommen bleibt es allerdings – wenn erforderlich – zusätzliche Programme zu installieren.

- Beweissicherung:

Die Dokumentation und Beurteilung von Eingriffen in den Naturhaushalt gewinnt zunehmend an Bedeutung im Hinblick auf die Festlegung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Bereits jetzt werden im Rahmen verschiedenster Eingriffsmaßnahmen Beobachtungsflächen angelegt. Nach Auffassung der ANL erfolgt dies mit unterschiedlichsten methodischen Ansätzen. Kontinuität und Vergleichbarkeit der Ergebnisse müssen jedoch gewährleistet werden können.

- Effektivitätssteigerung und Erfolgskontrolle von Naturschutzmaßnahmen:

Der Finanzrahmen und die personelle Situation im Naturschutz setzen enge Grenzen. Es ist deshalb um so wichtiger, die verfügbaren Kapazitäten effektiv einzusetzen. Dies setzt eine Erfolgskontrolle der ergriffenen Maßnahmen voraus, damit dann eine Optimierung eingeleitet werden kann. Auch hierfür sind Dauerbeobachtungsflächen ein geeignetes Instrumentarium.

Voraussetzung zur Erreichung der Ziele ist die Entwicklung und Anpassung entsprechender Einrichtungsmethoden. Folgende Grundvoraussetzungen müssen erfüllt sein:

– *Objektspezifität*

Unterschiedliche Biotoptypen und Lebensgemeinschaften erfordern unterschiedliche Einrichtungsmethoden. So sind z. B. Beobachtungsflächen in Wäldern anders zu dimensionieren als in Agrarsystemen. Entsprechendes gilt für die Dokumentation der biotischen und abiotischen Faktoren.

- *Reproduzierbarkeit*  
Die Methodenfindung muß erreichen lassen, daß die Untersuchungen unabhängig von der ausführenden Person wiederholt werden können. Nur so läßt sich die notwendige Vergleichbarkeit der Einzelergebnisse erreichen..
- *Objektneutralität*  
Die Untersuchungsmethode darf das Untersuchungsobjekt nicht verändern.
- *Langfristigkeit*  
Dauerbeobachtung ist Langzeitforschung. Bei der Methodenfindung ist deshalb darauf zu achten, daß die Auswahl der zu untersuchenden Parameter nicht zu eng und nicht zu weit erfolgt. Die Struktur der Untersuchungen muß so angelegt werden, daß sich auch neu ergebende Problemstellungen im Rahmen des bereits laufenden Programmes zusätzlich bearbeiten lassen.

Der Stand der bisherigen Arbeiten ist folgender:

### Vegetation und Geobotanik

Im Auftrag der ANL wurde von Prof. PFADENHAUER ein Konzept zur Einrichtung geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen erarbeitet: PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P., BUCHWALD, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Methodik der Anlage und Aufnahme. Ber. d. ANL 10, 41 - 60, Laufen.  
Dieses Konzept ist Grundlage für die konkrete Anlage von Dauerbeobachtungsflächen in unterschiedlichen Biotoptypen.

Abgeschlossene Arbeiten sind:

- *Garching Haide*  
PFADENHAUER, J., LIEBERMANN, C. (1986):  
Eine geobotanische Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Garching Haide. Ber. Bayer. Bot. Ges. 57, 99 - 110, München.
- *Echinger Lohe*  
PFADENHAUER, J., BUCHWALD R. (1986):  
Anlage und Aufnahme einer geobotanischen Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Echinger Lohe, Lkr. Freising. Auftrag der ANL - Ber. d. ANL 11, 9-26, Laufen
- *Streuwiese bei Moosen, Lkr. Berchtesgadener Land*  
BUCHWALD, R. (1987):  
Experimentelle Dauerbeobachtung. Konzeption für die Streuwiese bei Moosen. Auftrag der ANL.  
Unveröffentlichtes Manuskript.

Begonnen sind folgende Arbeiten:

- PFADENHAUER/POSCHLOD/HERRMANN( 1987):  
Einrichtung geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen in Bayern.  
Untersuchungsgebiete:
  - Streuwiese bei Moosen im Landkreis Berchtesgadener Land
  - Sandharlandener Heide (Kalkmagerrasen, Silikatmagerrasen) im Landkreis Kelheim
  - Hutberg bei Kallmünz (Felsflugesellschaft) im Landkreis Regensburg
  - Kendlmühlfilzen (Hochmoorkomplex) im Landkreis Traunstein.

Das Untersuchungsprogramm umfaßt folgende Teilaufgaben:

- Zusammenstellung und Dokumentation bisher vorhandener Unterlagen einschließlich vegetationskundlicher und faunistischer Erhebungen, Pflegepläne, Nutzungsweisen u.a.m. für die Untersuchungsgebiete.
- Erstellung einer Vegetationskarte im Umgriff der Dauerbeobachtungsfläche.
- Anlage der Dauerbeobachtungsfläche einschließlich Verpflockung, Aufrasterung, Nivelllement der Rasterpunkte und Einmessung in eine Flurkarte (M 1 : 5.000).
- Erstaufnahme der Subplots unter Verwendung der modifizierten Skala von BRAUN-BLANQUET.
- Erfassung der Vegetation an einigen Ausschnitten der Dauerfläche auch mit Hilfe der Frequenzmethode.
- Variation der Subplot-Größe an charakteristischen Abschnitten der Dauerfläche.
- Erarbeitung einheitlicher Aufnahmebögen.
- Zusammenstellung der Ergebnisse für jede Dauerbeobachtungsfläche und Methodenvergleich. Erarbeitung eines Katalogs von Empfehlungen für Anlage und Aufnahme geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen außerhalb der Wälder.

### Fauna und Zoologie

Im Gegensatz zur Bearbeitung des vegetationskundlichen Komplexes gestaltet sich die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen im Hinblick auf die Fauna der naturschutzbedeutsamen Lebensräume wesentlich schwieriger. Es wurden inzwischen Vorgespräche mit Prof. MÜHLENBERG, Zoologisches Institut der Uni Würzburg, geführt. Prof. Mühlenberg ist bereit – ähnlich dem Pfadenhauer-Konzept für die Geobotanik – eine Studie auszuarbeiten.

Diese Studie hat das Ziel,

- die geeigneten Erfassungsmethoden darzustellen,
- die geeigneten Tiergruppen typenspezifisch auszuwählen,
- "Schlüsselarten" bestimmter Ökosysteme zu definieren.

Die fachlichen Inhalte der Studie werden derzeit im einzelnen abgeklärt. Die Studie wird voraussichtlich Ende 1988 vorgelegt. Nach Abschluß der Studie sollen dann im Gelände die Vorschläge ausgeführt werden.

#### **Abiotische Standortfaktoren**

Der dritte Untersuchungsansatz zielt ab auf die Erfassung und Dokumentation der die Tier- und

Pflanzenwelt beeinflussenden Standortfaktoren. Wegen der umfangreichen ökologischen Fragestellungen sollen im ersten Schritt lediglich Teilaspekte bearbeitet werden. Priorität hat nach unserer Auffassung das Thema "Nährstoffhaushalt und Biotoppflege". Im Rahmen der Bearbeitung dieser Spezialfrage sollen die eingerichteten Beobachtungsflächen mit untersucht werden.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Biologe Manfred Fuchs  
Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege  
Seethaler Str. 6  
D-8229 Laufen a. d. Salzach

# Zur Erfassung und Bewertung von Kleinstrukturen im Wald

Ulrich Ammer  
Hans Utschick

## 1. Einleitung

Mit den Biotopkartierungen der Jahre 1974-77 hat Bayern die Voraussetzungen für den Erhalt wertvoller Strukturen in der Agrarlandschaft geschaffen. Dabei wurde deutlich, daß für eine Erfassung ähnlicher Strukturen im Wald andere methodische Wege notwendig sind. Dies liegt zum einen daran, daß Kleinstrukturen, also Sonderflächen und Sonderverhältnisse wie Trockenstandorte, Moore, Blockfelder, Tümpel und sonstige Kleinbiotope im Wald, häufig nur bei besonderer Ortskenntnis oder extrem hohem Behebungsaufwand erfaßt werden können, zum anderen ist eine spezifische Methodik auch deswegen notwendig, weil die kleinflächigen Sonderbiotope im Wald in sehr viel weitgehender Weise vom umgebenden Waldbestand und seiner ökologischen Qualität abhängig sind, als dies in der Feldflur der Fall ist. Während es sich in der Agrarlandschaft sehr oft um kleinflächige, schutzwürdige Vorkommen handelt, die in einer oft extrem durch Biozide, Dünger und Monokulturen belasteten Umgebung Inselcharakter haben mit all den damit zusammenhängenden Nachteilen, macht den Wert der Waldbiotope häufig erst die forstliche Umgebung aus. So können z.B. Gewässer von Amphibien kaum als Reproduktionsstätten genutzt werden, wenn in der näheren Umgebung nicht auch geeignete Waldbestände als Sommerlebensräume zur Verfügung stehen.

## 2. Methodische Überlegungen

Mit Rücksicht auf diese, für Waldbiotope und ihre Qualität besonders wichtigen Verflechtungen haben wir ein Verfahren der Kartierung vorgeschlagen (vgl. AMMER & UTSCHICK 1982, 1985) und unter verschiedenen Verhältnissen (beste Datenbasis im Nationalpark Bayer. Wald, vgl. AMMER & UTSCHICK 1984; gute Datenbasis in Staatsforsten mit Standortkartierungen und differenzierter Forsteinrichtung, vgl. RADKE 1985; geringe Datenbasis mit und ohne Forsteinrichtungen im Privatwald, vgl. AMMER & UTSCHICK 1988) getestet, das die Waldbestände miteinbezieht.

Es hat sich dabei gezeigt, daß eine Kombination von Bestandsdaten, Kleinstrukturen und faunisti-

schen Informationen zu den besten Ergebnissen führt. Dabei sind Qualität und Aussageschärfe der Biotopkartierung um so besser, je mehr forstliche Vorinformationen vorliegen: Daten der Forsteinrichtung (einschließlich Luftbilder), Standort- und Vegetationskartierung und schließlich Auskünfte von Revierbeamten. Von daher bietet sich ein gemeinsames Vorgehen zwischen Naturschutz- und Forstverwaltung an, wobei langfristig die Verbindung von Waldbiotopkartierung und Forsteinrichtung als das alle Waldfunktionen (Holzerzeugung, Standort, Erholung, Naturschutz und Schutz wichtiger Ressourcen) im Einzelfall zu berücksichtigende Planungsinstrument angestrebt werden muß.

Nachdem im Augenblick eine solche umfassende, auf vertrauensvolle Zusammenarbeit angelegte interdisziplinäre Interkartierung und Beurteilung von Waldbiotopen nicht realisierbar erscheint, stellt sich die Frage, ob eine Kartierung, die auf die Unterstützung durch die Forstverwaltung weitgehend verzichtet, sinnvoll ist und wie sie gegebenenfalls aussehen könnte.

Nach den bestehenden Zuständigkeiten bzw. interministeriellen Absprachen würde eine solche "kleine Lösung" wohl bedeuten, daß innerhalb des Waldes nur sogenannte Nichtwaldflächen aufgenommen und nach den mittlerweile anerkannten Indikatoren *Naturnähe*, *Reife*, *Seltenheit*, *Strukturvielfalt* und *faunistische Ausstattung* (AMMER & UTSCHICK 1982) bewertet werden könnten. Abgesehen davon, daß danach z.B. teilweise interessante Sonderstandorte darstellende Holzlagerplätze, die zwar als Nichtholzbodenflächen geführt werden, aber Waldflächen im Sinne des Waldgesetzes sind, nicht erfaßt würden, fehlt bei einem solchen Vorgehen die unseres Erachtens entscheidend wichtige Vernetzung mit den umliegenden Beständen. Hinzu kommt die Schwierigkeit des Auffindens solcher Flächen, wenn eine aktive Unterstützung insbesondere durch die Revierleiter oder durch die privaten Waldbesitzer nicht gegeben ist. Schließlich würde auch die so wichtige Integration der gesammelten ökologisch-naturschützerischen Informationen in die forstliche Detailplanung (z.B. Waldbauplanung) bei einer solchen Entkoppelung weitgehend entfallen.

### 3. **Schlußfolgerungen**

Eine umfassende und qualitativ hochstehende Erfassung der sogenannten Waldbiotope ist unseres Erachtens nur auf dem Wege eines gemeinsamen Vorgehens zwischen Forstverwaltung bzw. Waldbesitzer und Naturschutzbehörden möglich, wobei zumindest langfristig die Forsteinrichtung die Basis dieser Erhebung sein muß. Dies schließt eine auf Rastermethoden fußende Vorerhebung und die Einbeziehung privater Informationen von Spezialisten (z.B. Ornithologen) nicht aus. Ein auf Bestandesbasis konzipiertes Verfahren erlaubt und garantiert die beste und weitestgehende Berücksichtigung von Pflegemaßnahmen im Rahmen waldbaulicher und betrieblicher Entscheidungen.

Alle Lösungen "darunter", lose Berücksichtigungen von Waldbiotopen im Rahmen der Wald funktionsplanung oder die Kartierung von Kleinstrukturen im Wald allein, bleiben zwangsläufig hinter einem gemeinsam getragenen Ansatz zurück. Allein schon wegen des bei Fehlens der forstlichen Beteiligung dramatisch ansteigenden Erhebungsaufwandes müßte sich eine partielle, d. h. allein naturschutzorientierte Lösung wohl auf größere Nichtwaldflächen wie Hochmoorkomplexe, Wasserflächen, Verlandungsbereiche u.ä. beschränken. Methodisch wird man sich in diesem Fall vor allem auf die Fernerkundung und die Beteiligung privater Fachleute abstützen müssen.

### **Literatur:**

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1982):  
Methodische Überlegungen für eine Waldbiotopkartierung in Bayern. - Forstw. Cbl. 101: 60 - 68.

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1983):  
Pilotstudie zur Durchführung einer Waldbiotopkartierung in Bayern. Fachgutachten; Bayer. Staatsmin. f. Landesentw. u. Umweltfragen. 254 S.

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1984):  
Nationalpark Bayerischer Wald – Ökologische Wertanalyse. - Schr.reihe Bay. StMELF, Heft 10, 95 S.

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1985):  
Ökologische Wertanalyse der Gräflich Bernadotte'schen Waldungen (Mainauwald) mit Entwicklung ökologischer Pflegekonzepte; Informationsbroschüre der Lennart Bernadotte Stiftung, Mainau 39 S.

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1988):  
Zur ökologischen Wertanalyse im Wald. - Schr.reihe d. Bay. Landesamts f. Umweltschutz. (Im Druck.)

RADKE, G. (1985):  
Bericht über die Kartierung ökologisch hochwertiger Biotope in den Staatswaldungen des Naturraums Ammer-Loisach-Hügelland im Jahre 1984. (Maschinenschrift, 32 S.)

### **Anschrift der Verfasser:**

Prof. Dr. Ulrich Ammer  
Dr. Hans Utschick  
Lehrstuhl für Landschaftstechnik der  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Winzererstraße 45  
D-8000 München 40

# Die Einwanderung von Kleinnagern und ihr Einfluß auf die forstliche Rekultivierung im rheinischen Braunkohlenrevier

Stefan Halle

## 1. Einleitung

Im Rheinland wird Braunkohle seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts abgebaut. Die Lagerstätten befinden sich in einer dicht besiedelten und landwirtschaftlich intensiv genutzten Region, die großräumig durch die Städte Köln, Aachen, Bonn und Mönchengladbach begrenzt wird. Die Jahresförderung beträgt etwa 117 Mill. Tonnen, womit das rheinische Braunkohlenrevier zu den ergiebigsten Abbaugebieten der Erde zählt (LEUSCHNER 1983).

Die Braunkohle wird im Tagebauverfahren gewonnen, wobei sich das Verhältnis von Abraum zu Kohle im Laufe der Zeit durch die Ausbeute immer tiefer liegender Flöze sehr verschlechtert hat (es liegt heute bei etwa 4:1). Die Folge ist, daß enorme Erdbewegungen notwendig werden und die Eingriffe in Landschaft und Naturhaushalt entsprechend schwerwiegend sind. Seit der Frühzeit des großtechnischen Abbaus sind daher Landschaftsgestaltung und Rekultivierung untrennbare Begleiter des Braunkohlenbergbaus. Bis 1982 wurde ein Gebiet von rund 120 km<sup>2</sup> rekultiviert, was ungefähr der Ausdehnung des Nationalparks Bayerischer Wald entspricht.

## 2. Untersuchungsgebiet und Rekultivierungsverfahren

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf den Großtagebau Hambach in der Nähe von Jülich. 1 Mrd. m<sup>3</sup> Abraum werden hier zu einer Außenhalde (der "Sophienhöhe") aufgeschüttet, die eine Grundfläche von 1.067 ha und eine Höhe von bis zu 200 m über Gelände hat. Dieser künstliche Berg inmitten der ebenen Bördenlandschaft hat die Gestalt eines Tafelberges mit Kleingewässern, Freiflächen und lebhaft strukturiertem Hochplateau (HENNING 1983). Die Hänge haben überwiegend Anschluß an landwirtschaftliche Nutzflächen (Zuckerrüben und Getreide). Teilweise sind auch Restbestände eines Altwaldes vorhanden, die als Regenerationsgebiete von herausragender Bedeutung sind (HALLE 1987). Auf der "Sophienhöhe" erfolgt eine forstliche Rekultivierung, Hauptbaumarten sind Eiche (*Quercus petraea*, *Quercus robur*), Buche (*Fagus sylvatica*)

und weitere Edellaubhölzer (DILLA 1983). Als Substrat für die Anpflanzungen dient der sogenannte "Forstkies", eine Mischung aus Löß, Sand und Kies, die in definierter Zusammensetzung im Tagebaufeld gewonnen wird (WINTER 1983). Dieses Material wird in einer Mächtigkeit von 3 - 5 m verkippt, eine zusätzliche Mutterbodenauftragung erfolgt in der Regel nicht.

Zur Stickstoffanreicherung wird zwischen den Baumreihen die Lupine (*Lupinus perennis*) angesät, im Bereich von Wegrändern, Gräben und Freiflächen dient eine Saatmischung mit hohem Grasanteil zur Bodenbefestigung. Ohne weiteres menschliches Zutun stellt sich innerhalb der ersten Jahre eine artenreiche Vegetation krautiger Pflanzen ein (rd. 200 Arten, SCHMITTEN 1985), wobei Ackerwildkräuter und Ruderalpflanzen überwiegen.

## 3. Säugetierfauna der Rekultivierungsgebiete

Die durch Rekultivierung entstandenen Landschaften stellen neue Lebensräume dar, die nach einiger Zeit von Tierarten der umliegenden Gebiete besiedelt werden können. Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung der Säugetierfauna in den verschiedenen Altersstadien der "Sophienhöhe" sowie im Altwald und auf den Landwirtschaftsflächen. Die Artensukzession, deren genereller Trend in einer Verschiebung von Feldarten zu Wald- bzw. Waldrandarten liegt, läuft erstaunlich schnell ab; 7 Jahre nach der Aufforstung sind bereits 20 Säugetierarten in dem rekultivierten Gelände nachzuweisen.

Die erste Gruppe wird von Besiedlungspionieren gebildet, die auch schon in jüngsten Bereichen anzutreffen sind. Es handelt sich um pflanzenfressende Arten, die außerhalb der Rekultivierungen typischerweise auf Landwirtschaftsflächen vorkommen. Reh (*Capreolus capreolus*) und Wildschwein (*Sus scrofa*) sind hier allerdings noch nicht als Standwild anzusprechen. Mit einer gewissen Verzögerung wandern die ersten fleischfressenden Arten ein (Gruppe 2). Mauswiesel (*Mustela nivalis*) und Fuchs (*Vulpes vulpes*) sind spezialisierte Mäusejäger, die drei Insectivoren belegen eine zunehmende Besiedlung mit Insekten.

Ab einem Flächenalter von 5 Jahren ist eine zweite Besiedlungswelle festzustellen, in deren Verlauf typische Vertreter des Waldes bzw. Waldrandes vordringen (Gruppe 3). Ursache ist die dichter werdende Vegetation, wodurch sich Habitatstruktur und Mikroklima ändern. Als gelegentliche Besucher der Rekultivierungen (Gruppe 4) treten verwilderte Hunde und Katzen auf, in 2 - 4 Jahre alten Bereichen können zeitweise Fledermäuse (*Nyctalus noctula*) jagend beobachtet werden. Die letzte Gruppe wird von noch nicht eingewanderten Arten gebildet, von denen einige, wie Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) und Baumarder

(*Martes martes*), an ältere oder geschlossene Wälder gebunden sind.

Die Artensukzession auf der "Sophienhöhe" kann als Beispiel einer funktionierenden Wiederbesiedlung von künstlichen Lebensräumen angesehen werden. Aus forstlicher Sicht ist sie jedoch nicht unproblematisch: 7 der 20 Säugetierarten sind Kleinnager, die gerade in jungen Forstkulturen schwere Schäden verursachen können. Es war daher die Frage zu klären, ob zum Schutz der Anpflanzungen ein vorbeugender Rodentizideinsatz erforderlich ist.

Tabelle 1

Säugetierfauna in verschiedenen Altersstadien der "Sophienhöhe" (0 - 7 Jahre nach der Aufforstung) sowie im Altwald (AW) und auf den Landwirtschaftsflächen (LF).

Geschlossene Punkte geben gesicherte, offene Punkte vermutete Vorkommen an. "X" kennzeichnet gelegentliche Besuche des Rekultivierungsgebietes.

| Spezies                              | Altersstadium |   |   |   |   |   |   | AW | LF |   |
|--------------------------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|----|----|---|
|                                      | 0             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |    |    | 7 |
| <b>1)</b> <i>Apodemus sylvaticus</i> | ●             | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●  | ●  |   |
| <i>Lepus europaeus</i>               | ●             | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●  | ●  |   |
| <i>Capreolus capreolus</i>           | ●             | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●  | ●  |   |
| <i>Sus scrofa</i>                    | ●             | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ●  | ●  |   |
| <i>Microtus arvalis</i>              |               | ● | ● | ● | ● | ● | ● |    | ●  |   |
| <b>2)</b> <i>Mustela nivalis</i>     |               |   | ● | ● | ● | ● | ● | ○  | ○  |   |
| <i>Vulpes vulpes</i>                 |               |   | ● | ● | ● | ● | ● | ●  | ●  |   |
| <i>Crocidura russula</i>             |               |   | ● | ● | ● | ● | ● | ○  | ○  |   |
| <i>Sorex minutus</i>                 |               |   |   | ● | ● | ● | ● | ●  |    |   |
| <i>Erinaceus europaeus</i>           |               |   |   | ● | ● | ● | ● | ●  |    |   |
| <b>3)</b> <i>Microtus agrestis</i>   |               |   |   |   |   | ● | ● | ●  |    |   |
| <i>Oryctolagus cuniculus</i>         |               |   |   |   |   | ● | ● | ●  |    |   |
| <i>Sorex araneus</i>                 |               |   |   |   |   | ● | ● | ●  |    |   |
| <i>Arvicola terrestris</i>           |               |   |   |   |   | ○ | ○ | ○  |    |   |
| <i>Rattus norvegicus</i>             |               |   |   |   |   | ○ | ○ | ○  | ○  |   |
| <i>Clethrionomys glareolus</i>       |               |   |   |   |   |   | ● | ●  |    |   |
| <i>Apodemus flavicollis</i>          |               |   |   |   |   |   |   | ●  |    |   |
| <i>Mustela putorius</i>              |               |   |   |   |   |   |   | ●  |    |   |
| <b>4)</b> <i>Nyctalus noctula</i>    |               |   | X | X | X |   |   |    | ●  |   |
| <i>Canis familiaris</i>              |               |   |   | X | X | X | X | X  | ●  | ● |
| <i>Felis silvestris f. catus</i>     |               |   |   | X | X | X | X | X  | ●  | ● |
| <b>5)</b> <i>Martes martes</i>       |               |   |   |   |   |   |   |    | ●  |   |
| <i>Micromys minutus</i>              |               |   |   |   |   |   |   |    | ●  |   |
| <i>Muscardinus avellanarius</i>      |               |   |   |   |   |   |   |    | ●  |   |
| <i>Sciurus vulgaris</i>              |               |   |   |   |   |   |   |    | ●  |   |
| <i>Mustela erminea</i>               |               |   |   |   |   |   |   |    | ○  | ● |
| <i>Talpa europaea</i>                |               |   |   |   |   |   |   |    |    | ● |

#### 4. Bedeutung der Kleinnager-Arten als Forstschädlinge

Die meisten Kleinnager treten erst ab einem Flächenalter von 5 Jahren in den Kulturen auf, so daß die Bäume bereits eine gewisse Widerstandsfähigkeit entwickeln konnten. Besonders schwere Schäden werden häufig durch die etwa rattengroße Schermaus (*Arvicola terrestris*) verursacht, die im Untersuchungsgebiet glücklicherweise selten ist. Von Erdmaus (*Microtus agrestis*) und Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) sind ebenfalls empfindliche Schäden bekannt (SCHWERTFEGER 1970), doch auch für diese Arten konnten nur geringe Dichten bzw. eng begrenzte Vorkommen festgestellt werden. Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und Wanderratte (*Rattus norvegicus*) sind forstlich ohne Belang.

Das Interesse konzentriert sich damit auf Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*, eine "echte" oder Langschwanzmaus) und Feldmaus (*Microtus arvalis*, eine Wühlmaus), die auch schon in jungen Bereichen vertreten sind. Die beiden Arten unter-

scheiden sich hinsichtlich ihrer Lebensweise sehr stark, wie es z.B. bei der Betrachtung der Nahrungsspektren deutlich wird (Abb. 1). Die Waldmaus ernährt sich überwiegend von Wildkräutersamen. Die Feldmaus dagegen bevorzugt die sehr zellulosehaltigen Gräser; außerdem finden sich ganzjährig Holzfasern im Mageninhalt. Damit wird klar, daß hauptsächlich die Feldmaus als potentieller Forstschädling in Frage kommt.

Aufgrund der geringen Ressourcen-Überschneidung können die beiden Arten in gemischten Populationen leben, allerdings werden von der Feldmaus stark vergraste Bereiche bevorzugt. In den grasarmen Aufforstungen bleiben die Feldmaus-Populationen instabil, mit 60 Tieren/ha im jährlichen Dichtemaximum ist ihre Zahl verhältnismäßig gering (STEIN 1958). Die Waldmaus bildet in diesem Bereich dagegen schon im zweiten Jahr nach der Aufforstung stabile Populationen aus. Die im Herbst erreichte maximale Dichte liegt bei 90 Tieren/ha und damit etwa doppelt so hoch wie auf den umliegenden Ackerflächen (PELZ 1979, HALLE 1987).

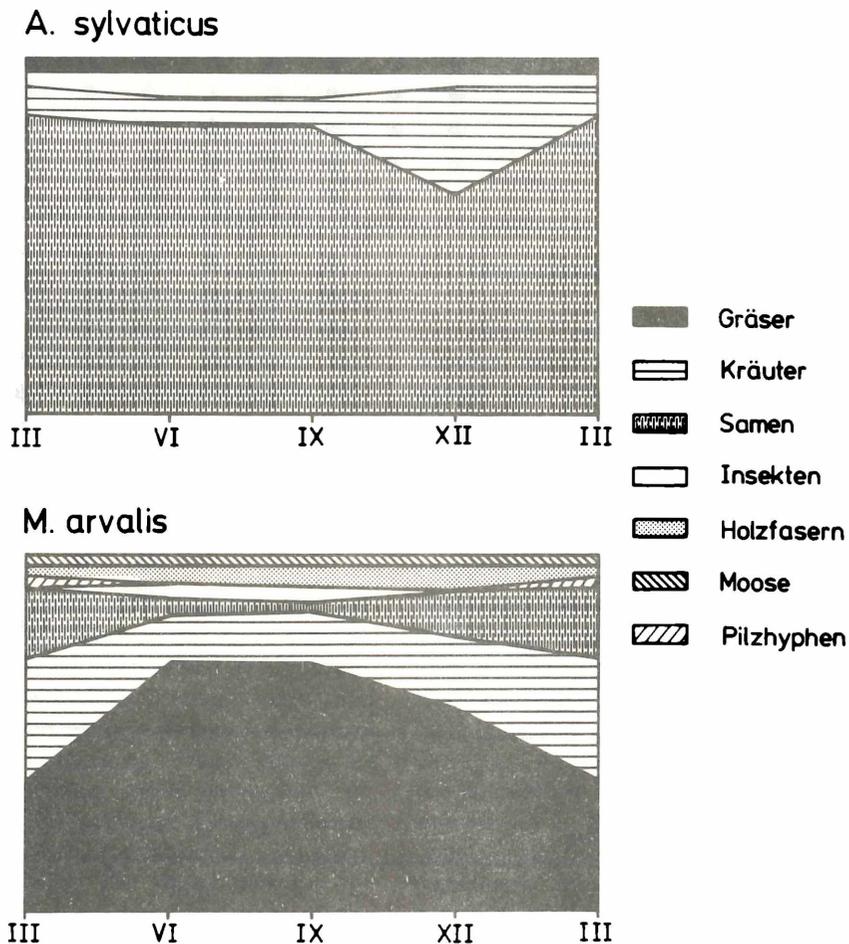


Abbildung 1

Nahrungsspektrum von Waldmaus (*A. sylvaticus*) und Feldmaus (*M. arvalis*) auf der "Sophienhöhe". Die quantitative Bedeutung der verschiedenen Nahrungskomponenten wurde durch mikroskopische Untersuchungen des Mageninhalts abgeschätzt.

## 5. Einfluß auf die forstliche Rekultivierung

Wie aufgrund der oben dargestellten Gegebenheiten zu erwarten war, traten Nageschäden an Bäumen nur in einem geringen Umfang auf. Nach dem harten Winter 1984/85 wurden großflächige Kontrollen durchgeführt, wobei die folgenden Schäden festgestellt wurden (die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf den Gesamtbestand):

### 1jähriger Bestand

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| leichte Schäden durch Rindennagen | 0,60 % |
| schwere Schäden durch Rindennagen | 0,12 % |
| Totalausfälle durch Wurzelnagen   | 0,37 % |

### 2jähriger Bestand

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| leichte Schäden durch Rindennagen | 0,12 % |
| schwere Schäden durch Rindennagen | 0,00 % |
| Totalausfälle durch Wurzelnagen   | 0,87 % |

Da sich der Prozentsatz der durch Mäuse verursachten Totalausfälle vom 1- zum 2jährigen Bestand etwa verdoppelt, kann eine jährliche Schadensrate von rund 0,4 % der Bestände angenommen werden. Diese Größenordnung ist nach Einschätzung des zuständigen Forstamtes vernachlässigbar. Nicht erfaßt sind allerdings Zuwachsminderungen, die durch leichtes Wurzelnagen verursacht werden.

Die Kleinnager üben aber auch durchaus positive Einflüsse aus. So trägt beispielsweise das Wurzelnagen zur Ausbreitung von Mykorrhiza-Pilzen bei (BAÜMLER 1986), die Wühltätigkeit verbessert die Bodendurchlüftung und erleichtert das Eindringen von Niederschlagswasser (pro Hektar wurden im Durchschnitt 5.550 Löcher und ein unterirdisches Gangsystem von etwa 2.300 m Länge ermittelt). Besonders wichtig ist aber der Einfluß von Kot und Urin auf den Stoffumsatz. Bei einer Populationsdichte, wie sie für die "Sophienhöhe" typisch ist, werden im Laufe eines Jahres pro Hektar etwa 133 kg Kot und 32 l Urin gebildet. Hinzu kommen 52 kg feines Häckselmaterial, das im wesentlichen aus zerkleinerten, aber nicht gefressenen Grashalmen besteht. Die in Kot und Urin enthaltenen Nährstoffmengen wurden anhand chemischer Analysen wie folgt bestimmt:

|                             |
|-----------------------------|
| 13.8 kg organische Substanz |
| 2.2 kg Gesamtstickstoff     |
| 0.5 kg Gesamtphosphor       |
| 0.4 kg Kalium               |
| 0.2 kg Calcium              |
| 0.1 kg Magnesium.           |

Diese Stoffe werden nicht, wie bei einem Dünger, zusätzlich auf die Flächen gebracht, da sie beim Verrotten der Pflanzen im Winter ohnehin angefallen wären. Dennoch sind sie von Wichtigkeit, da sie bereits während der Vegetationsperiode in leicht aufschließbarer Form zur Verfügung gestellt werden. Eine besondere Bedeutung hat dies

für die jungen Bereiche, in denen der Boden nahezu frei von organischer Substanz ist, und wo sich eine Streuschicht noch nicht ausbilden konnte.

## 6. Wertung der Ergebnisse

Die Abwägung der positiven und negativen Effekte kann mit Hilfe einer Kosten/Nutzen-Rechnung erfolgen, obwohl sich gerade für die positiven Effekte nur schwer ein finanzieller Gegenwert berechnen läßt. Für die in Kot und Urin enthaltenen Nährstoffe können, mit einigen Einschränkungen, Düngemittel-Äquivalente zugrunde gelegt werden: 2.2 kg reinen Stickstoffs entsprechen 18 kg eines im Forstbetrieb eingesetzten Kunstdüngers, für dessen Kauf und Ausbringung 20 DM/ha veranschlagt werden müssen. Demgegenüber stehen Nageschäden von 80 DM/ha, der effektive Schaden verringert sich durch den Nährstoffeintrag auf 60 DM pro Hektar und Jahr. Da eine Bekämpfungsmaßnahme mit Rodentiziden 160 DM/ha kostet, würde sich beim festgestellten Schadensausmaß ein Verlust von 100 DM/ha ergeben. Erst bei einem 3 - 4fach stärkeren Auftreten von Nageschäden wird die Bekämpfung rentabel.

Diese Rechnung beschränkt sich allein auf den wirtschaftlichen Aspekt und berücksichtigt nicht die sehr weitreichenden ökosystemaren Folgen. Werden beispielsweise Waldmaus und Feldmaus bekämpft, so wird den spezialisierten Mäusejägern die Nahrungsgrundlage entzogen und die in Tabelle 1 dargestellte Artensukzession würde erheblich gestört werden. Ähnliches gilt für die Greifvögel, die ebenfalls in den Rekultivierungen ein attraktives Jagdgebiet vorfinden (SCHNITZLER 1987). Ein zusätzliches Problem, auf das bereits FRANK (1952) hinweist, besteht darin, daß nahezu alle Rodentizide über Köder (meist behandeltes Getreide) ausgebracht werden und daher die samenfressenden Langschwanzmäuse erheblich stärker treffen, als die eigentlich zu bekämpfenden Wühlmäuse.

Auf eine Gefahr muß abschließend noch ausdrücklich hingewiesen werden: Untersuchungen an trockengelegten Mooren haben gezeigt, daß sich in neu entstandenen Lebensräumen Feldmaus-Zyklen mit regelmäßig wiederkehrenden Massenvermehrungen sehr schnell aufbauen können (FRANK 1953). Sollten Feldmaus-Kalamitäten in jungen forstlichen Rekultivierungen auftreten, so muß in der Tat mit schwerwiegenden Schäden gerechnet werden. Es ist daher notwendig, die weitere Dichte-Entwicklung dieser Art aufmerksam zu verfolgen. Außerdem kann durch Biotopmanagement-Maßnahmen die Ausbildung von Populationszyklen erschwert werden (FRANK 1956, LOR 1984). So sollten die natürlichen Predatoren (insbesondere die Greifvögel) wo immer möglich gefördert werden (siehe hierzu ERLINGE et al. 1983; HALLE 1988). Außerdem sollten bei der Biotopgestaltung große, zusam-

menhängende Flächen und Graseinsaat vermieden werden, da hier Herde einer beginnenden Massenvermehrung entstehen können.

### Zusammenfassung

Im rheinischen Braunkohlenrevier entstehen großflächige Rekultivierungsgebiete, die erstaunlich schnell von Säugetieren besiedelt werden. 1/3 der vorkommenden Arten sind Kleinnager, so daß sich die Frage einer möglichen Gefährdung der Forstkulturen ergab. In jungen und damit besonders empfindlichen Bereichen sind Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) und Feldmaus (*Microtus arvalis*) vorhanden, wobei aber nur die Feldmaus als Forstschädling in Betracht kommt. In den grasarmen Aufforstungen bleiben die Populationen dieser Art instabil und erreichen nur geringe Dichten. Nageschäden treten dementsprechend selten auf, es muß mit einem jährlichen Ausfall von 0,4 % der Bestände gerechnet werden. Die Kleinnager üben aber auch positive Einflüsse auf die Kulturen aus, so daß sich der effektive Schaden verringert. Eine vorbeugende Bekämpfung ist bei diesen Gegebenheiten weder ökologisch noch wirtschaftlich vertretbar. Allerdings sollten Maßnahmen ergriffen werden, um Massenvermehrungen der Feldmaus zu verhindern.

### 7. Literatur

BÄUMLER, W. (1986):  
Trüffel, Mäuse und Testosteron. - Naturw. Rdsch. 39: 396 - 397.

DILLA, L. (1983):  
Die forstliche Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlenrevier. - Allg. Forstz. 48: 1278 - 1283.

ERLINGE, S.; GÖRANSSON, G.; HANSSON, L.; HÖGSTEDT, G.; LIBERG, O.; NILSSON, I.N.; NILSSON, T.; SCHANTZ, T.v. und SYLVEN, M. (1983):  
Predation as a regulating factor on small rodent populations in southern Sweden. - Oikos 40: 36 - 52.

FRANK, F. (1952):  
Umfang, Ursachen und Bekämpfungsmöglichkeiten der Mäusefraßschäden in Forstkulturen. - Nachrbl. deut. Pflschtz. 4: 183 - 189.

FRANK, F. (1953):  
Die Entstehung neuer Feldmaus-Plagegebiete durch Moorkultivierung und Melioration. - Wasser und Boden 11: 342 - 345.

FRANK, F. (1956):  
Grundlagen, Möglichkeiten und Methoden der Sanierung von Feldmausplagegebieten. - Nachrbl. deut. Pflschtz. 8: 147 - 158.

HALLE, S. (1987):  
Die Kleinnager in Rekultivierungsgebieten des rheinischen Braunkohlenreviers: Ökologie der Wiederbesiedlungsphase. - Dissertation, Universität Köln.

HALLE, S. (1988):  
Avian predation upon a mixed community of common voles (*Microtus arvalis*) and wood mice (*Apodemus sylvaticus*). - Oecologia 75: 451 - 455.

HENNING, D. (1983):  
Die Sophienhöhe - ein neuer Berg im Jülicher Land. - Jahrbuch des Kreises Düren: 27 - 33.

LEUSCHNER, H.-J. (1983):  
Braunkohलगewinnung - ein Beitrag zur Energieversorgung gestern, heute und morgen. - Allg. Forstz. 48: 1274 - 1277.

LOR, G. (1984):  
Möglichkeiten und Grenzen bei der Bekämpfung der Feldmaus. - AID-Informationen 12: 1 - 9.

PELZ, H.-J. (1979):  
Die Waldmaus, *Apodemus sylvaticus* L., auf Ackerflächen: Populationsdynamik, Saatschäden und Abwehrmöglichkeiten. - Z. angew. Zool. 66: 261 - 280.

SCHMITTEN, A. (1985):  
Untersuchungen zur Flora und Vegetation im rheinischen Braunkohlenrevier unter besonderer Berücksichtigung der Sophienhöhe. - Diplomarbeit, Universität Köln.

SCHNITZLER, P. (1987):  
Jagdstrategien von Mäusebussard (*Buteo buteo*) und Turmfalke (*Falco tinnunculus*): Anpassungen an Biotopstruktur und Beute. - Diplomarbeit, Universität Köln.

SCHWERTFEGER, F. (1970):  
Waldkrankheiten. - Verlag P. Parey, Hamburg, Berlin.

STEIN, G.H.W. (1958):  
Die Feldmaus (*Microtus arvalis* Pallas). - Neue Brehm Bücherei, Heft 225. Ziemsen-Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

WINTER, K.H. (1983):  
Bodentypen und Bodenmaterial für die forstwirtschaftliche Rekultivierung. - Allg. Forstz. 48: 1283 - 1286

### Anschrift des Verfassers:

Dr. Stefan Halle  
Zoologisches Institut der Universität Köln  
- Lehrstuhl für Physiologische Ökologie -  
Weyertal 119  
D-5000 Köln 41

# Dispersion und Artenaustausch – Variationen zum Thema: Biotopbewertung

Werner Topp

## 1. Einleitung

Organismen zeigen spezifische Toleranzbereiche, die es ihnen ermöglichen, einen bestimmten Komplex von Umweltbedingungen zu ertragen. Diese physiologischen Toleranzbereiche müssen nicht in allen Entwicklungsstadien eines Organismus gleich sein und können auch innerhalb desselben ontogenetischen Entwicklungsabschnitts variieren. Auch die genetisch determinierten Reaktionen von Einzelindividuen aus derselben Population können durchaus voneinander abweichen und bilden eine der Voraussetzungen zur Optimierung adaptiver Entwicklungsprozesse, sei es, um in Zukunft an die gegebenen Umweltbedingungen noch besser angepaßt zu sein oder um in einer veränderlichen Umwelt diesen Veränderungen in adaptiver Weise zu folgen.

Umweltfaktoren wirken nicht einzeln auf die Individuen von Populationen ein, sondern in Wechselwirkung und Kombination mit anderen Parametern. Dies führt dazu, daß ein ökologischer Präsenzbereich nicht mit dem physiologischen Toleranzbereich übereinstimmen muß und die Biotopbindung von Populationen nur regionalen Charakter haben kann.

Lassen sich für Populationen spezifische Reaktionsnormen gegenüber Umweltparameter finden, so besitzen diese einen Zeigerwert (= Zeigerarten) und können als Leitformen für Lebensräume angesehen werden.

Eine der wenigen Insektengruppen, die wiederholt für die Bewertung terrestrischer Lebensräume herangezogen wird, ist die der Laufkäfer (z.B. MARTIS 1980). Carabiden haben zahlreiche Vorteile gegenüber anderen Tiergruppen: Sie sind qualitativ und quantitativ leicht erfassbar, taxonomisch gut bearbeitet und über die sehr verschiedenen Biotopansprüche der jeweiligen Arten innerhalb dieser Käferfamilie gibt es grundlegende Informationen (z.B. LINDROTH 1945, THIELE 1977).

Dies sind Voraussetzungen, die eine Biotopbewertung nicht nur nach Artenzahl, Anzahl seltener und gefährdeter Arten oder Besiedlungsdichte geeignet erscheinen lassen (u.a. BAEHR 1987, GERBER u. PLACHTER 1987), sondern darüber hinaus auch die Anwendung statistischer Verfahren zur Arten-Diversität ermöglichen.

Zur Beurteilung der biozönotischen Ökosystemstruktur werden häufig einfache Indizes berechnet, die Artenzahl und relative Abundanz der Arten berücksichtigen. Von den verschiedenen Diversitäts-Indizes ist der aus der Informationstheorie abgeleitete Shannon-Wiener-Index sehr gebräuchlich. Hier scheint ein Index vorzuliegen, der zu einer viel klareren Kenntnis der biozönotischen Struktur führt als eine Artenliste, und der für eine sensitive Indikation von Umwelteinflüssen in Ökosystemstrukturen geeignet ist (STÖCKER 1980).

Darüber hinaus läßt sich die Arten-Individuen-Relation in Ökosystemen mit Hilfe deterministischer Modelle beschreiben (z.B. lognormale Verteilung, "broken-stick" Verteilung und geometrische Reihe nach der Nischen-Entleerungs-Hypothese).

Auf der Ökologentagung in Bremen (MOSSAKOWSKI u. PAJE 1985) wurde schließlich ein weiteres numerisches Bewertungsverfahren vorgestellt, welches zur Charakterisierung von Lebensräumen geeignet zu sein scheint. Hierbei wurden Vorkommen, Individuendichte und Biotopansprüche der Arten einer Lebensgemeinschaft erfaßt und miteinander verrechnet.

Mit der Einführung der Fallen-Fangmethode scheinen für epigäische Arthropoden die Voraussetzungen geschaffen zu sein, um Artenspektren und Individuendichten von Lebensräumen repräsentativ zu erfassen und hiermit subjektive Sammelfehler auszuschließen. Kritische Bewertungen zur Methodik des Boden-Fallenfanges und Vergleiche mit anderen Sammelmethode hin und zeigen, daß sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Ergebnisse fehlerhaft sein können (u.a. DUNGER 1967, ADIS u. KRAMER 1975).

Bei den vorliegenden Ausführungen möchte ich nicht auf die zahlreichen Fehlerquellen eingehen, die mit einer solchen Erfassung verbunden sind, sondern für Untersuchungen zum Verteilungsmuster und der Dispersion von Arten sogar implizieren, daß diese Methode für die hier berücksichtigten Fragestellungen und die beispielhaft angeführten Tierarten optimale Ergebnisse liefern kann. Die Frage, der ich hier nachgehen möchte, lautet:

Unterliegt die Artenmannigfaltigkeit in Lebensräumen irgendwelchen Gesetzmäßigkeiten? Ist sie vorhersagbar und gibt es Erwartungswerte, die durch das Zusammenwirken aller Umweltparameter bestimmt werden? Oder werden Artenzahl und Individuendichte in Lebensräumen durch Zufallsereignisse derart deutlich beeinflusst, daß jede numerische Analyse und Bewertung zweifelhaft sein muß?\*

## 2. Verteilungsmuster von Arten

Um das Verteilungsmuster epigäischer Arthropoden zu erfassen, wurden als Untersuchungsflächen zunächst aneinandergrenzende Felder berücksichtigt, die durch einen offenen, 0,5 m breiten Randstreifen voneinander getrennt waren. Abb. 1 zeigt das Vorkommen des Staphyliniden *Tachyporus hypnorum* (L.). Diese Art erscheint zunächst im Winter-Raps und kommt dann, etwa einen Monat nach dem ersten Auftreten in beiden Kulturflächen, in nahezu gleicher und statistisch nicht signifikant voneinander verschiedener Individuenzahl vor ( $\chi^2$ -Test). Ab Juli sind in beiden Flächen nur noch wenige Imagines nachweisbar.

Ein anderes Verteilungsmuster zeigt der Staphylinide *Philonthus fuscipennis* (MANNH.) (Abb. 2). Zunächst können die Imagines im Winter-Raps festgestellt werden. Die Aktivitätsdichte bleibt über 5 Wochen erhalten und nimmt in dieser Kultur in der 2. Junihälfte ab. Auch im benachbarten Hafer war eine erhöhte Aktivitätsdichte über einen Zeitraum von 5 Wochen nachweisbar, jedoch mit dem Unterschied, daß diese gegenüber der Aktivität im Raps um 3 Wochen verspätet war. Anfang Juni, als *P. fuscipennis* gehäuft im Hafer nachgewiesen wurde, hatte dieser bereits eine Höhe von 70 cm erreicht, während der Raps durch Blattfall lichter wurde.

Übereinstimmende Verteilungsmuster zeigten auch Carabiden (PAUER 1975, TISCHLER 1980). Während für *Platynus (Agonum) dorsalis* (PONTOP.) und *Harpalus rufipes* (De GEER) (u. a.) ein nahezu gleichmäßiger Aktivitätsanstieg zu verzeichnen war, entsprechend dem Verteilungsmuster bei *T. hypnorum*, trat eine Verschiebung des Aktivitätsbeginns zwischen Getreidefeldern und benachbarten Rapskulturen bei *Bembidion lampros* (HERBST) und *Harpalus aeneus* (F.) (u. a.) auf.

Solche Unterschiede in der Phänologie lassen sich möglicherweise durch die mikroklimatischen Bedingungen in den jeweiligen Kulturflächen erklären. Unterschiedliche Temperaturen und Feuchtigkeitsverhältnisse führen zu einer Beschleunigung bzw. Verzögerung in der Entwicklung und bewirken schließlich ein dischronisiertes Erschei-

nungsbild bei solchen Arten, die gegenüber den vorherrschenden abiotischen Parametern verschiedene Reaktionen zeigen. Besonders PAUER (op. cit.) hebt diesen Aspekt einer mikroklimatisch bedingten Entwicklung hervor und betont zusätzlich, daß eine breite, nicht bewachsene Feldgrenze wegen ihres speziellen Mikroklimas epigäische Arten mit entsprechend geringer Toleranzbreite am Überschreiten hindert. Als ähnliche Ausbreitungsgrenzen werden Schneisen in Wäldern oder Straßen bewertet.

Folgt man dieser Interpretation, so bestehen in benachbarten Lebensräumen mit deutlich voneinander verschiedenen klimatischen Bedingungen zwei verschiedene Populationen, zwischen denen kein oder nur ein geringer genetischer Austausch vorliegen kann. Das Vorkommen von Arten in den Lebensräumen muß unter den gemachten Annahmen (s. o.) als repräsentativ bewertet werden.

Die Erklärung vom stationären Auftreten und trennt sich entwickelnden Populationen in benachbarten Lebensräumen müßte zweifelhaft sein, wenn nicht flugfähige Arten mit relativ geringer Dispersionskraft und flugfähige Arten mit großer Dispersionsfähigkeit ein gleiches, zeitlich versetztes Erscheinungsbild erkennen ließen. Zumal wenn es sich, wie bei *P. fuscipennis*, um Arten handelt, die nur zu einem geringen Anteil in Feldern überwintern, sondern im Spätsommer die Felder verlassen, ausgedehnte Prä-Diapausesflüge unternehmen und im Frühjahr die Felder erneut besiedeln (TOPP 1979). Weiteren Zweifel an der Richtigkeit der Hypothese zur Ausbildung weitgehend isolierter Populationen in benachbarten Lebensräumen gaben die Befunde für den Laufkäfer *Nebria brevis-collis* (F.) (Abb. 3).

Dieser hygrophile Waldcarabide konnte in den Feldkulturen während der Sommermonate fast ausschließlich in der nördlich einer Wallhecke gelegenen Schattenzone nachgewiesen werden. Da es sich zu einem großen Teil um frisch gehäutete Imagines handelte, bedeutet dies, daß unter den hier vorherrschenden mikroklimatischen Bedingungen eine erfolgreiche Präimaginalentwicklung stattfand oder daß die Imagines diesen schattigen Bereich aufsuchten, um hier die folgende Aestivationsphase zu überdauern. Nach ihrer Imaginal-Diapauser waren die herbstaktiven Tiere gleichmäßig in den benachbarten Feldkulturen (= Mais- und Winterroggenfeld) festzustellen, obwohl diese durch die Wallhecke getrennt waren.

## 3. Dispersion epigäischer Arten

Diese beispielhaft dargestellten Beobachtungen ermöglichen folgende Hypothesen: "Individuen derselben Arten in benachbarten, auch topogra-

Danksagung: Für die Überlassung der Daten zur Dispersion von *Pt. melanarius* danke ich Frau Wiebke TRITTELWITZ.

phisch voneinander isoliert erscheinenden Lebensräumen gehören einer gemeinsamen Population an" und "Arten- und Individuenzahl eines Lebensraumes werden - auch über einen Randeffekt hinaus (Ausbildung von Ökotonen) - durch die Biozönose benachbarter Habitats beeinflusst".

Diese Hypothesen sollten durch Wiederfangversuche markierter Tiere falsifiziert werden. Hierzu wurden Individuen ausgewählter Arten im Mittelpunkt eines Kreises freigelassen, der 3 m von einer Feldgrenze entfernt gewählt wurde. Um diesen Mittelpunkt befanden sich im Radius von 10 m 40 Bodenfallen, die dem Wiederfang dienten. Die wiedergefangenen Individuen in jeder Falle wurden ausgezählt. So war es möglich, neben Populationsdichte und durchschnittliche Laufgeschwindigkeit, auch die bevorzugte Laufrichtung der epigäischen Arten festzustellen. Außerdem ließ sich die Wirkung einer Barriere überprüfen.

Als Beispiel für eine Dispersion oberflächenaktiver Arten wurde zunächst *Pterostichus melanarius* (Ill.) ausgewählt, ein Laufkäfer mit einem Verteilungsmuster, welches dem von *P. fuscipennis* (Abb. 2) entsprach (PAUER 1975). *P. melanarius* ist eurytop, im nördlichen Mitteleuropa in Buchenwäldern sehr häufig (JØRUM 1976), aber auch regelmäßig in großer Individuenzahl in Feldkulturen anzutreffen (z. B. BASEDOW et al. 1976, KNAUER u. STACHOW 1987).

In Abb. 4 gibt die Länge der zu den Fallen gerichteten Balken die Anzahl der jeweils wiedergefundenen Individuen an. Insgesamt wurden 778 Individuen wiedergefangen, wenn diese im Winterroggen freigelassen wurden und 933 Individuen bei Freilassen im Maisfeld. Die durchschnittliche Aktivitätsdichte betrug 21 Ind./Falle im Winterroggen und 17 Ind./Falle im Mais für die im Winterroggen freigelassenen Käfer. Entsprechende Ergebnisse zeigten die im Maisfeld freigelassenen Carabiden. Die durchschnittliche Wiederfangzahl war dann im Mais 24 Ind./Falle und im Winterroggen 22 Ind./Falle.

Durch Quotientenberechnung läßt sich das Ausmaß der Dispersion im ursprünglichen und im benachbarten Lebensraum feststellen. Ist die durchschnittliche Individuenzahl im benachbarten Feld = a, die Individuenzahl im Ursprungsareal b, so ergibt sich für  $a/b = 1$  eine Dispersion, die durch die Biotopstruktur nicht beeinflusst wird. Bei  $a/b < 1$  wird eine Habitatgrenze erkannt und wirkt als Barriere; bei  $a/b > 1$  verlassen Tiere das zuvor besiedelte Areal und wandern in benachbarte Lebensräume aus.

Die für *P. melanarius* gewonnenen Ergebnisse weichen nicht signifikant von einer Gleichverteilung ab ( $\chi^2$  - Test,  $p < 0,05$ ). Dies bedeutet: sowohl im Winterroggen als auch im Mais freigelassene Tiere ignorieren die Feldgrenze als biologische Barriere. Es findet zwischen beiden Feldkulturen und in beiden Richtungen ein regelmäßiger Austausch statt. - Die indifferente Reaktion gegenüber Biotopgrenzen innerhalb der Agrar-

landschaft muß nicht repräsentativ für die epigäische Feldfauna sein, wenn es sich um eine eurytope Art handelt, die auch ein Kulturfolger ist. Daher wurden weitere Arten mit voneinander abweichenden Biotopansprüchen zum Vergleich herangezogen.

*Calathus ambiguus* (PAYK.) ist eine xerophile Art und bevorzugt in Mitteleuropa sandige Böden. Wurde *C. ambiguus* im Maisfeld freigelassen, so verhartete die überwiegende Anzahl in dieser Kultur. Nur wenige Individuen wanderten ins Winterroggenfeld ab ( $\chi^2$  - Test,  $p > 0,01$ ). Der Quotient a/b lag bei etwa 0,2. Sollte doch der Feldgrenze eine Bedeutung zukommen? Der parallel durchgeführte Freilandversuch zeigte das Gegenteil. Im beschatteten, feuchten Winterroggenfeld freigelassene Tiere überquerten zu einem großen Anteil die Feldgrenze und wurden im Maisfeld in signifikant größerer Individuenzahl wiedergefangen als im Winterroggenfeld.

Entsprechende Ergebnisse ergaben Versuche mit dem hygrophilen Laufkäfer *Agonum mülleri* (HERBST). Die Wiederfangzahlen in beiden benachbarten Feldern waren in beiden Parallelversuchen signifikant voneinander verschieden ( $\chi^2$  - Test,  $p > 0,01$ ). Im Gegensatz zum Verteilungsmuster von *C. ambiguus* überwogen diesmal die Tiere im feuchteren Winterroggenfeld. Eine äußerst geringe Dispersion über die Feldgrenze hinaus gab es ( $a/b = 0,1$ ), wenn *A. mülleri* im Winterroggen freigelassen wurde; eine verstärkte Dispersion aus dem Mais in den Winterroggen ( $a/b = 15$ ) bei dem vergleichbaren Parallelversuch.

Die Wiederfangergebnisse mit den ausgewählten Arten zeigten, daß epigäische Arten auch über Feldgrenzen hinweg Biotope mit günstigen mikroklimatischen Bedingungen aktiv aufsuchten. Der xerophile *C. ambiguus* das trockenere Maisfeld, der hygrophile *A. mülleri* das feuchtere Winterroggenfeld, während *P. melanarius* die mikroklimatischen Bedingungen beider Feldkulturen offenbar gleichermaßen tolerierte.

Die phänologischen Unterschiede wie in Abb. 2 sind somit folgendermaßen zu deuten: Ein Lebensraum mit den geeigneteren ökologischen Bedingungen wird bevorzugt besiedelt. Erfolgt im Laufe des Jahresganges eine Veränderung in den Eigenschaften des besiedelten Biotops in Richtung eines Pessimums, so reagieren epigäische, laufaktive Arten hierauf und überqueren bei der Suche nach geeigneteren Lebensräumen auch Barrieren, die wesentlich schlechtere Lebensbedingungen aufweisen als das Ursprungsareal. Dies besagt, daß die Artenzusammensetzung eines Lebensraumes durch das Artenspektrum benachbarter Lebensräume beeinflusst wird. Für die dargestellten Flächen könnte dies bedeuten: Gäbe es keinen Winter-Raps benachbart zum Hafer, so könnte *P. fuscipennis* im Haferfeld fehlen oder dort nur mit geringer Individuenzahl vertreten sein.

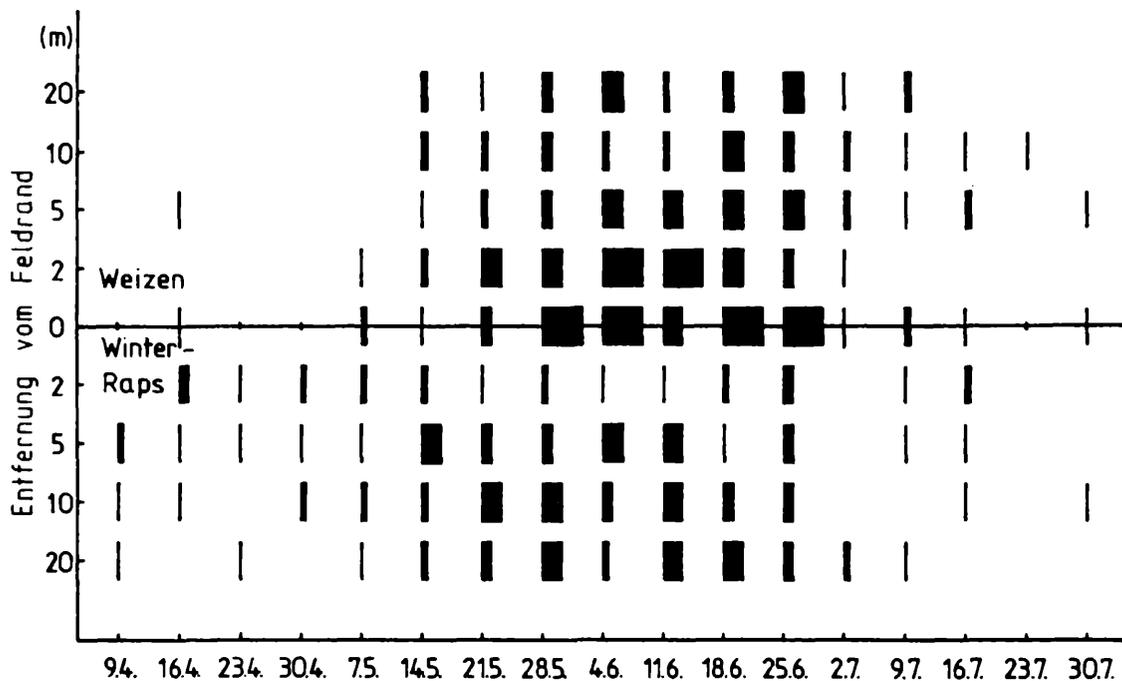


Abbildung 1

Verteilungsmuster des Staphyliniden *Tachyporus hypnorum* (L.) im Grenzbereich von Winter-Raps und Weizen.

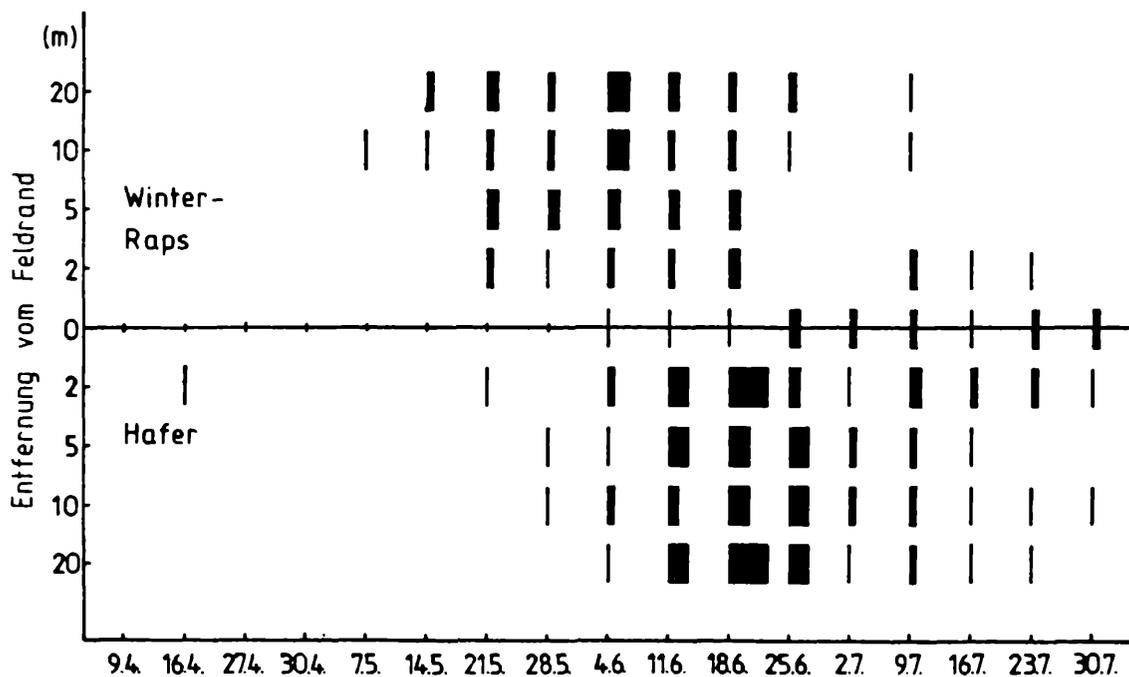


Abbildung 2

Verteilungsmuster des Staphyliniden *Philonthus fuscipennis* (MANNH.) im Grenzbereich von Winter-Raps und Hafer.

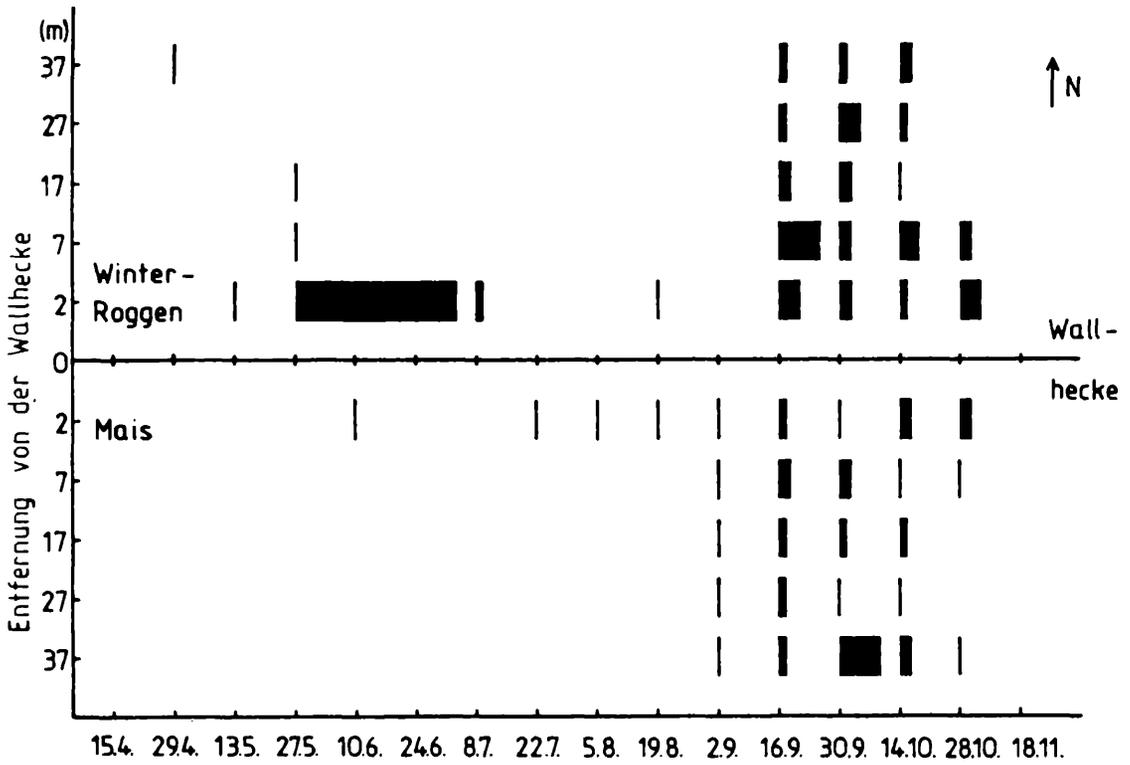


Abbildung 3

Verteilungsmuster des Carabiden *Nebria brevicollis* (F.) im Grenzbereich von Winter-Roggen und Mais. Beide Kulturen sind durch eine Wallhecke voneinander getrennt.

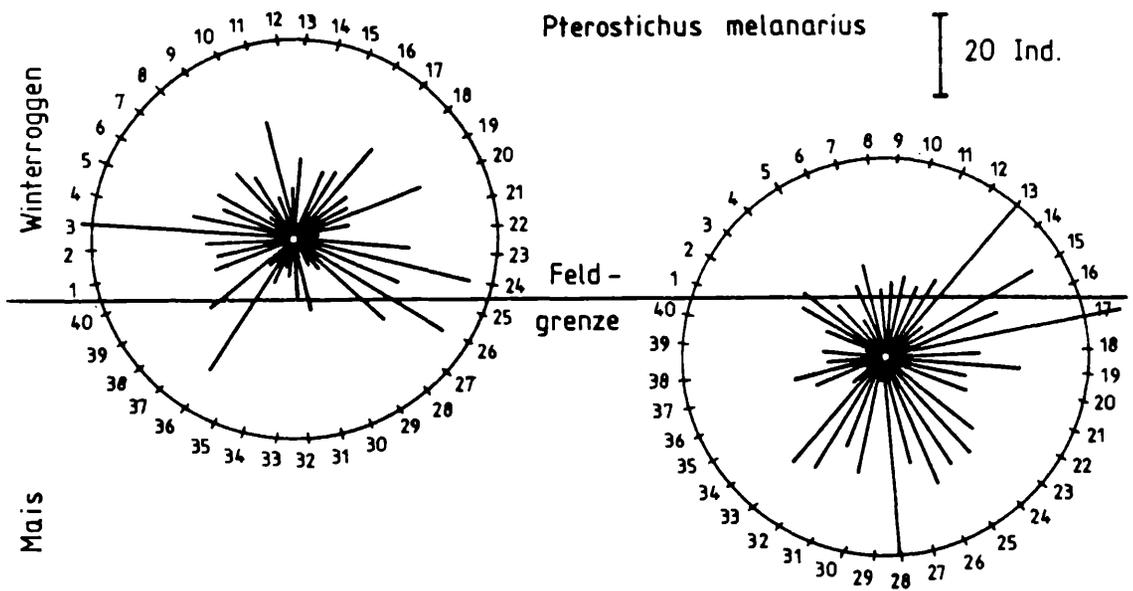


Abbildung 4

Dispersion des Laufkäfers *Pterostichus melanarius* (Ill.) im Grenzbereich von Winter-Roggen und Mais. Die Individuen wurden an einem Punkt, 3 m von der Feldgrenze entfernt, freigelassen. Die Länge der Radien gibt die Anzahl der wiedergefangenen Käfer in den Bodenfallen 1 - 40 an. – Die Feldgrenze hatte keinen signifikanten Einfluß auf die Richtung der Dispersion.

Felder sind vielfach nicht nur durch Randstreifen voneinander getrennt. In Schleswig-Holstein ziehen sich Wallhecken wie ein Netz um die verschiedenen Feldkulturen. Um den Einfluß der Wallhecken als Barriere ging es in der folgenden Versuchsordnung, bei der eine Bodenfallen-Exposition wie in Abb. 4 gewählt wurde. Versuchstier war wiederum *P. melanarius*. Es zeigte sich, daß im Gegensatz zu den Ergebnissen in Abb. 4 die Wallhecke für diesen Carabiden ein deutliches Hindernis darstellte. Der Dispersionsquotient lag bei  $a/b = 0,14$ . Die Zahlen waren signifikant von denen des oben dargestellten Versuchs mit *P. melanarius* verschieden und ließen erkennen, daß nur etwa 12 % der freigelassenen Tiere die Wallhecke überquerten.

Wallhecken wirken aber nicht für alle flugfähigen Laufkäfer als Ausbreitungshindernis. Dies ergaben Versuche mit *Calathus melanocephalus* (L.). Die Aktivitätsdichte der wiedergefangenen, brachypteren Individuen war in zwei Feldkulturen nicht signifikant voneinander verschieden, wenn die Tiere in dem einen oder dem anderen Feld freigelassen wurden und diese durch eine Wallhecke voneinander getrennt waren.

Die Ausbreitungsfähigkeit von *N. brevicollis* mag der von *C. melanocephalus* entsprechen. Wenigstens scheint es nicht abwegig zu sein, das Verteilungsmuster von *N. brevicollis* beiderseits einer Wallhecke durch die Dispersionsfähigkeit zu erklären.

Die Hypothese von der Ausbildung distinkter Populationen in benachbarten Lebensräumen kann nach den vorliegenden Ergebnissen nicht aufrechterhalten werden. Die hier gezeigten Befunde stehen in Einklang mit den langjährigen Untersuchungsserien von DEN BOER (1986), nach denen Populationsschwankungen innerhalb eines Lebensraumes nicht nur durch Reproduktionsraten der jeweiligen Arten hervorgerufen werden. Vielmehr kommt den Immigrations- und Emigrationsprozessen eine gleichrangige Bedeutung zu. Sie beeinflussen wesentlich den Anstieg einer Populationsdichte oder ihre Extinktion (DEN BOER 1981). Dabei dürfte der Einfluß einer Dispersion auf Artenzusammensetzung, Arten- und Individuenzahl in den anthropogen gestörten Lebensräumen der Kulturlandschaft stärker ausgeprägt sein als in naturnahen Lebensräumen (BRANDL u. TOPP 1985).

#### 4. Anemochore Verbreitung

Für zahlreiche Insekten konnte eine anemochore Ausbreitung nachgewiesen werden. So wurden auf einem in der Nordsee vor Anker liegendem Schiff, 180 - 240 km von der nächsten Küste entfernt, mehr als 700 Arten festgestellt, überwiegend Dipteren, Aphiden, aber auch Hymenoptera, Neuroptera und Hemiptera in großer Anzahl (HARDY u. MILNE 1937, zit. nach UDVARDY 1969).

Eine solche Verbreitung über große Distanz erfolgt nicht nur in Höhen von mehreren 100 m, sondern auch dicht über der Wasseroberfläche. Dann werden verdriftete Tiere nicht selten durch Windströmungen auf die Wasseroberfläche gedrückt und stellen für Fische eine nicht zu vernachlässigende Nahrungsquelle dar (CHENG et al. 1978).

Nachweislich erfolgte die postglaciale Besiedlung Skandinaviens durch Faunenelemente mit anemochorer Ausbreitung über die Ostsee. Faunistische Übereinstimmungen zwischen Nordafrika und den Antillen werden mit der Windausbreitungstheorie erklärt (UDVARDY 1969). Häufig auftretende Windströmungen von Ost nach West verbinden diese Lebensräume beiderseits des Atlantiks; auch über dem Pazifik konnte Luftplankton erfaßt werden (HOLZAPFEL et al. 1968).

Innerhalb der Kontinente entstehen regelmäßig starke Aufwinde, mit denen neben anorganischen Partikeln auch pflanzliches Material und Insekten verdriftet werden (EDWARDS 1987). Die große Menge an verdriftetem Material wird sichtbar, wenn diese auf hochalpine Schneematten und Gletscherfelder gedrückt wird. Zahlreiche alpin lebende Vogelarten haben sich auf diese Nahrungsquelle spezialisiert (z. B. *Emberiza cia* L.), aber auch die im Vergleich zu den Individuen anderer Nahrungsebenen große Anzahl an zoophagen Arthropoden in den alpinen Lebensräumen (TOPP 1975) wird durch die regelmäßige Zufuhr von Nahrung erklärbar. So beeinflusst die anemochore Verdriftung organischen Materials nicht nur alpine Ökosysteme, sondern liefert für die passiv verbreiteten Tierarten auch die Voraussetzung einer erfolgreichen Überquerung von Gebirgsketten.

Aus der Verdriftung von Arthropoden ergibt sich aber nicht nur die Überquerungsmöglichkeit von Barrieren, sondern auch – dem Toleranzbereich der jeweiligen Arten entsprechend – eine erfolgreiche Ausdehnung des Besiedlungsareals über große Distanz hinweg. Darüber hinaus läßt sich aus den Beobachtungen folgern, daß die anemochore Ausbreitung regelmäßig zu einer Vermischung des Arten- und Individuumspektrums verschiedener Habitate führt und selbst Faunenelemente aus verschiedenen geographischen und klimatischen Regionen nebeneinander vorkommen. Die Adventivfauna anthropogen geschaffener und kurzfristig bestehender, instabiler Lebensräume gibt hierfür ein Beispiel (TOPP 1971).

Der Aspekt der Faunenvermischung wird in der biozönotischen Literatur kaum berücksichtigt.

Einige Freilandbefunde sollen in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung von unabhängigen Umweltvariablen hinweisen und ihren Einfluß auf eine Faunenzusammensetzung hervorheben.

### Die Populationsdichte einer Art wird durch flugfähige Individuen beeinflusst.

Dies ergab sich aus Untersuchungen mit *Calathus melanocephalus* (TRITTELVITZ u. TOPP 1980). Der Anteil der macropteren und flugfähigen Tiere lag von April bis September bei 1,8 % der erfaßten Individuen. Im September stieg der Anteil flugfähiger Tiere auf 10,5 % an. Dieser Anstieg wurde im wesentlichen durch eiablagebereite Weibchen bedingt, die während ihres Prä-Ovipositionsflugs in die Untersuchungsflächen eingeflogen waren. In anderen Lebensräumen und in darauffolgenden Jahren war ein gleicher Effekt nicht zu beobachten.

### Die Artenzusammensetzung wird durch zufallsbedingte Dispersion flugfähiger Individuen beeinflusst.

Auf dieses Phänomen weisen mehrere Befunde hin. So kam die seltene *Atheta (Liogluta) pagana* (ER.) innerhalb eines Haferfeldes für einen kurzen Zeitraum in großer Individuenzahl vor (Abb. 5), verschwand dann wieder und konnte niemals danach beobachtet werden. Ein entsprechend aggregiertes und zeitlich begrenztes Vorkommen zeigte ebenso *Atheta luridipennis* (MANNH.) in einem Stadtpark (TOPP 1972).

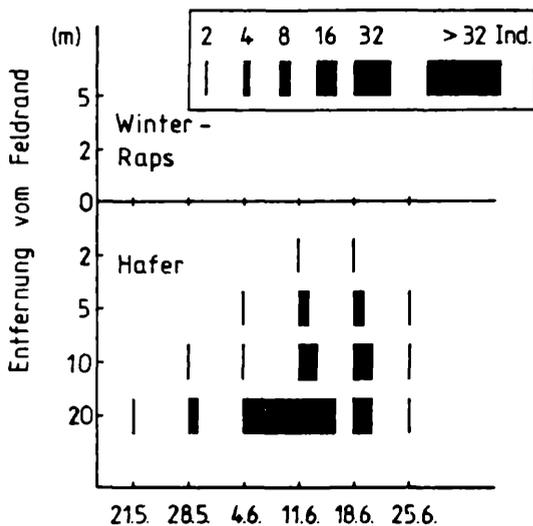


Abbildung 5

Verteilungsmuster von *Atheta (Liogluta) pagana* (ER.) im Grenzbereich von Winter-Raps und Hafer.

Als Folge zufallsbedingter, in unregelmäßigen Abständen auftretender Dispersionsflüge ist auch die Artenzusammensetzung von Catopiden in einem Buchenwald zu deuten. In dem ersten Jahr der Untersuchungen lebten dort 4 winteraktive Arten, deren Größenverteilung mit den Voraussagen der

Konkurrenztheorie (HUTCHINSON-Index) übereinstimmte. In dem folgenden Jahr gab es dort 7 winteraktive Arten, die ein solches Größenverteilungsmuster nicht mehr erkennen ließen. Von diesen überwogen im dritten Jahr der Untersuchungen wiederum 4 Arten, deren Größenunterschiede auf die Bedeutung der Konkurrenz-Hypothese hinweisen. Zwei weitere Arten, die in dieses Schema nicht hineinpaßten, waren sehr selten (TOPP u. ENGLER 1980).

Am deutlichsten aber wurden die zufallsbedingten biozönotischen Aufsammlungen auf einer neu entstandenen Sanddüne der Nordsee, die so klein war, daß die gesamte Fauna problemlos erfaßt werden konnte. Laufkäfer können nach dem bisherigen Kenntnisstand die meisten Informationen geben (s. o.), daher seien diese exemplarisch erwähnt (TOPP 1988).

Untersuchungen in den Jahren 1973, 1979 und 1983 zeigten sehr deutlich, daß für das Auftreten von Arten nicht die Biotopstruktur oder die Größe des Lebensraumes von Bedeutung sind. Vielmehr waren Witterungsbedingungen wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Lufttemperatur und die Jahreszeit, in der diese Ereignisse auftraten, für die Anzahl und Artenzusammensetzung der Immigranten entscheidend.

Auch für eine erfolgreiche Kolonisation schienen zahlreiche stochastische Ereignisse entscheidend gewesen zu sein. Der Prädisposition an die Umweltbedingungen möchte ich besondere Bedeutung zumessen. Dies würde bedeuten, daß überwiegend die strukturelle Vielfalt die Zahl der Kolonisten bestimmte, die Ausdehnung der Strukturen aber ihre Individuenzahl. – Von den 115 immigrierenden Laufkäfern konnten höchstens 13 Arten als Kolonisten angesehen werden.

Die Aufsammlungen auf der Sanddüne zeigten auch, daß Arten, die dort keine geeigneten Entwicklungsbedingungen vorfanden, nicht unbedingt selten sein mußten. Die Wahrscheinlichkeit, die Düneninsel zu erreichen, stieg bei gleicher Dispersionsfähigkeit mit der Abundanz der jeweiligen Arten in ihrem Rekrutierungsareal.

So erreichten bei entsprechenden günstigen Witterungsbedingungen Arten wie *Pterostichus strenuus* (PANZER) und *Platynus dorsalis* die Düne in nicht geringer Individuenzahl. Sie hatten dort mit Sicherheit keine Überlebenschancen.

Berücksichtigt man für die hier erwähnten Aufsammlungen eine Individuen-Artenverteilung, so ließe sich nach Abbildung 6 die Bedeutung der Nischenentleerungs-Hypothese hervorheben. Doch dürfte es sich hier mehr um ein statistisch bedingtes Aufsammlungsergebnis handeln, als um die Bestätigung für eine Arten-Individuen Verteilung. Arten, die die Voraussetzung für eine erfolgreiche Kolonisation gaben (= ●), wechselten ab mit solchen, die sicherlich als Zufallsfunde (= +) zu werten waren.

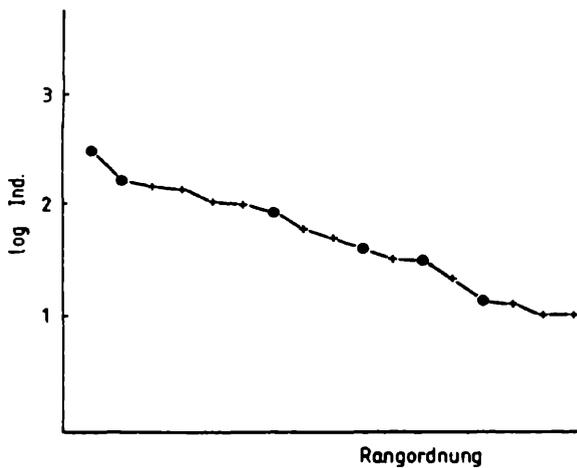


Abbildung 6

Rangordnung der Laufkäfer für ganzjährige Aufsammlung in Bereichen einer isoliert gelegenen Sanddüne der Nordsee.

Die Arten/Individuen sind nach Kolonisten ● und nicht erfolgreiche Immigranten + unterschieden.

### 5. Immigrationsareale und Lebensgemeinschaften

Selbst kleinen Individuen mit passiver Verdriftung gelingt es nach ihrer Ausbreitungsphase, ausgewählte Lebensräume gegen den Wind aktiv anzufliegen (BASEDOW 1977).

Zunächst ungerichtet erfolgende, dann aber gerichtete Ausbreitungen sind nicht nur von Windrichtung und Windgeschwindigkeit abhängig, sondern ebenso temperaturspezifisch für die betreffenden Arten (s. o.). Den Einfluß von Temperaturen konnte STEIN (1972) bei den Befallsflügen zu Leguminosenfeldern durch Rüsselkäfer feststellen. Niedrige Temperaturen von 10°C ermöglichten den Befall durch kleine Arten der Gattung *Apion*; höhere Temperaturen waren für den Befallsflug der größeren Arten erforderlich, so 15°C für *Phyllobius maculicornis* (GERM.) und sogar 20°C für *Sitona sulcifrons* (THUNBG).

Dies bedeutet, daß Insekten, die als Opportunisten kurzfristig instabile Lebensräume besiedeln und solche, die Distanzflüge zwischen Winterlager und Aktivitätsareal zurücklegen – Verlassen des Winterlagers in Mitteleuropa erfolgt überwiegend im April und Mai, erneutes Aufsuchen von Überwinterungsquartieren von Juni bis November –, während der gesamten Vegetationszeit als Luftplankton angetroffen werden können.

Diese Arten werden während ihrer aktiven Flugphase durch Biotopstrukturen beeinflusst. So findet der Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus* (F.) durch Bevorzugung heller Flächen während seines Post-Diapauserfluges die gelben Rapsfelder. Marienkäfer (z.B. *Coccinella septempunctata* L.) werden bei ihrem Prae-Diapauserflug durch breite

Silhouetten von Hügeln und Wäldern geleitet und erreichen so geeignete Überwinterungslager.

Aus solchen Beobachtungen läßt sich ableiten, daß jeder Lebensraum für die Arten des Luftplanktons eine mehr oder weniger ausgeprägte Attraktivität besitzt.

Doch kann eine passive Verdriftung von Insekten nur bei vergleichsweise niedrigen Windgeschwindigkeiten in eine aktive Flugphase übergehen. Bei Starkwindlagen werden die leichten Insekten mit laminaren Luftströmungen gegen Hindernisse gedrückt; dann beeinflussen überwiegend die orographischen Verhältnisse die Anzahl der in ein Besiedlungsareal verfrachteten Tiere.

In der Kölner Bucht, zwischen Aachen und Köln, wurde ein künstlicher Berg geschaffen (Sophienhöhe), der etwa 200 m aus der umgebenden Landschaft herausragt und in weitem Umkreis die einzige Erhebung ist. Umgebung und Berg dienen faunistischen Aufsammlungen von Carabiden. Hierbei wurde deutlich, daß die größten Arten- und Individuenzahlen nicht in den naturnahen Eichen-Hainbuchenwäldern der Umgebung auftraten, sondern im Bereich der künstlich geschaffenen Erhebung. Besonders die nach Südwest gelegenen Hangflächen wiesen eine reichhaltige Fauna auf (Abb. 7). Ein großes Artenspektrum, ohne daß die eine oder andere Art deutlich überwog, somit hohe Diversität und Äquitat, eine große Anzahl seltener Arten, sogar solcher, die auf der "Roten Liste" angeführt sind, ließen keinen Zweifel daran, daß es sich um einen Lebensraum handelte, der nach den geltenden Bewertungsmethoden vorrangig geschützt werden sollte.

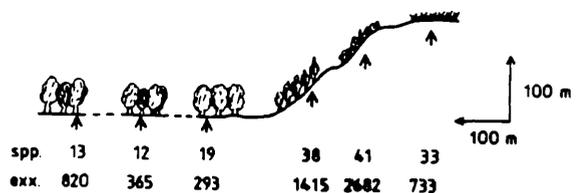


Abbildung 7

Arten- und Individuenzahlen in 6 verschiedenen Standorten der Kölner Bucht.

Beachte die hohe Arten- und Individuenzahl im Hangbereich der skizzierten Anhöhe.

Doch konnte es sich bei der faunistischen Vielfalt dieser Aufsammlungen nicht eher um Zufallsergebnisse handeln, die, bedingt durch die orographische Lage, jeweils nach den vorherrschenden Windströmungen variierten? War hier die Biotopstruktur unbedeutend für Artenvielfalt und -manigfaltigkeit?

Anders als bei den Untersuchungen auf der Sanddüne in der Nordsee waren die Lebensbedingungen im Hangbereich der Erhebung so vielgestaltet, daß keine Entscheidung über die Anzahl der indigenen Arten getroffen werden konnte und ebenso wenig über die Inferiores, für die der Spielraum der Umweltbedingungen nicht mehr ausreicht, um sich auf Dauer behaupten zu können.

Artenzahl und Aktivitätsdichte aber lassen vermuten, daß hier der zufallsbedingten Immigration große Bedeutung zukam, zumal Arten mit hoher Dispersionsfähigkeit aus den Gattungen *Amara*, *Harpalus*, *Bembidion* und *Bradycellus* überwoogen. Andererseits sind es überwiegend Opportunisten mit guter Flugfähigkeit, die Rekultivierungsflächen besiedeln. Die Zahlen auf dem Plateau der Erhebung mögen dies verdeutlichen. Die Zahlen für die Hangflächen aber lagen darüber und dies war, nach der Biotopbindung der auftretenden Arten, nicht auf einen Ökoton-Einfluß zurückzuführen.

Aus den vorliegenden Beobachtungen zeigt sich, daß eine numerische Analyse von Biozönosen nicht immer eine verlässliche Bewertung von Biotopen ergeben kann. Dies, weil neben den biotop-eigenen Arten in einem Lebensraum immer ein mehr oder weniger großer Anteil an biotopfremden die Zusammensetzung der Biozönose beeinflusst. Es scheint, daß ungestörte und orographisch wenig exponierte Biotope einen höheren Anteil an autochthonen Arten haben als Biotope, die ständigen Störungen unterliegen und sich in exponierter Lage befinden (BRANDL u. TOPP 1985, TOPP 1988). In letzteren können allochthone Faunenelemente überwiegen. Beide Beobachtungen lassen Raum für die verschiedenen Hypothesen zur Struktur von Lebensgemeinschaften (CROPS et al. 1986).

Welche Möglichkeiten einer Biotopbewertung bieten sich an? Hierauf gibt es eine klare Antwort. Eine Biotopbewertung ist dann zufriedenstellend, wenn eine numerische Analyse mit den ökologisch-physiologischen Kenntnissen der einzelnen Arten untermauert werden kann, die populations-ökologischen Zusammenhänge geklärt und außerdem Interaktionen mit anderen Organismen, insbesondere die trophischen Beziehungen, bekannt sind. Eine solche Analyse für Bewertungsfragen muß utopisch bleiben (vgl. NEUMANN 1982). Somit stellt sich die Frage nach einer besten Annäherung. Hier, meine ich, ist es das Bewertungsverfahren von MOSSAKOWSKI u. PAJE (1985), welches in die einzuschlagende Richtung weist. Nicht ein numerisches Verfahren sondern die Erfassung der individuellen, physiologisch-ökologischen Eigenschaften der einzelnen Mitglieder einer Biozönose gibt eine geeignete Information.

Der Anteil bzw. die Anzahl von spezifischen Arten (-bionte), von Präferenten (-phile), von indifferenten Arten oder solchen, die sich in einem Lebens-

raum nicht behaupten können, es sei denn, sie erhalten ständig Zuzug von außerhalb, geben eine Bewertungsgrundlage, die einer numerischen Analyse (s. o.) überlegen ist. Eine solche Auswertung erfordert eine größere Kenntnis über die angesprochenen Arten und dürfte zur Zeit für nur wenige Tiergruppen durchführbar sein. Diese individuelle Bewertung bietet aber den großen Vorteil, auf den routinemäßigen Einsatz nichtselektiver Fangmethoden zu verzichten (vgl. Artenschutzverordnung 1980).

## Zusammenfassung

Zahlreiche Arten sind bestrebt, ihr Besiedlungsareal zu erweitern oder ihr Entwicklungszyklus ist während verschiedener Entwicklungsphasen an verschiedene Lebensräume angepaßt. Beide Vorgänge führen zu Dispersionserscheinungen aus einem optimalen Lebensraum heraus. Andererseits lösen sich verschlechternde Biotopeigenschaften ungerichtete Dispersionen aus.

Tieraufsammlungen, die der Charakterisierung von Biotopen dienen sollen, werden, bedingt durch Strukturbildung und orographischer Situation, immer einen mehr oder weniger deutlichen Anteil an biotopfremden, sich in Dispersion befindlichen Individuen aufweisen. Daher sind numerische Analysen (Artenzahl, Individuenzahl, Diversität, Äquität) für eine Biotopbewertung nicht immer geeignet.

Eine Bewertung nach Bioindikatoren bei Klassifizierung in spezifische Arten, Präferente, indifferente Arten und Inferiores wird vorgeschlagen.

## Literatur

ADIS, J. u. E. KRAMER (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera, Carabidae). - Ent. Germ. 2, 121 - 125.

BAEHR, M. (1987): Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) als Indikator für die Bewertung von Biotopen, dargestellt am Beispiel der Erhebungen im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 77, 17 - 23.

BASEDOW, Th. (1977): Über den Flug der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (Kirby) und *Sitidiplosis mosellana* (Gehin) (Dipt., Cecidomyiidae) in Beziehung zur Windrichtung und zu Weizenfeldern. - Z. angew. Ent. 83, 173 - 183.

BASEDOW, Th., A. BORG, R. de CLERCG, W. NIJVELDT u. F. SCHERNEY (1976): Untersuchungen über das Vorkommen der Laufkäfer (Col., Carabidae) auf europäischen Getreidefeldern. - Entomophaga 21, 59 - 72.

BRANDL, R. u. W. TOPP (1985): Size structure of *Pterostichus* spp. (Carabidae): aspects of competition. - Oikos 44, 234 - 238.

CHENG, L. u. M.C. BIRCH (1978): Insect flotsam: an unstudied marine resource. - Ecol. Entomol. 3, 87 - 97.

- CROPS, W., L. LISS, L.J. GUT, P.H. WESTIGARD u. C.E. WARREN (1986):  
Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. - *Ann. Rev. Entomol.* 31, 455 - 478.
- den BOER, P.J. (1981):  
On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. - *Oecologia* 50, 39 - 53.
- den BOER, P.J. (1986):  
What can Carabid beetles tell us about dynamics of populations? - in: P.J. den BOER, M.L. LUFF, D. MOSSAKOWSKI u. F. WEBER (eds.): *Carabid beetles. Their adaptations and dynamics.* pp 315 - 330.
- DUNGER, W. (1967):  
Neue Untersuchungen über Methodik und Wert des Boden-Fallenfanges für die quantitative Faunistik. - *Publ. Slezskeho Museum Opava* 18, 85 - 103.
- EDWARDS, J.S. (1987):  
Arthropods of alpine aeolian ecosystems. - *Ann. Rev. Entomol.* 32, 163 - 179.
- GERBER, A. u. H. PLACHTER (1987):  
Vergleichende Untersuchungen zur Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) im Bereich des Ausgleichbeckens Altmühltal (Bayern, Mittelfranken). - *Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz* 77, 25 - 31.
- HOLZAPFEL, E.P. u. J.C. HERRALL (1968):  
Transoceanic dispersal studies of insects. - *Pacific Insects* 10, 115 - 153.
- JØRUM, P. (1976):  
En undersogelse af lobebillefaunaens sammensætning og sæsonaktivitet i en dansk bogeskov (Coleoptera, Carabidae). - *Entomol. Medd.* 44, 81 - 99.
- KNAUER, N. u. U. STACHOW (1987):  
Aktivitäten von Laufkäfern (Carabiden Col.) in einem intensiv wirtschaftenden Ackerbaubetrieb - Ein Beitrag zur Agrar-ökosystemanalyse. *Agronomy & Crop Science* 159, 131 - 145.
- LINDROTH, C.H. (1945):  
Die Fennoskandischen Carabidae I. Eine tiergeographische Studie. - *Medd. Göteborgs Musei Zoologiska Avdning* 109. Göteborg.
- MARTIS, M. (1980):  
Carabid beetles as bioindicators of Landscape ecological balance: a preliminary. - *Proc. III. Int. Conf. Bioindicator Deter. Reg. Liblice*, pp 349 - 356.
- MOSSAKOWSKI, D. u. F. PAJE (1985):  
Ein Bewertungsverfahren von Raumeinheiten an Hand der Carabidenbestände. - *Verh. Ges. Ökologie (Bremen)* 13, 747-750.
- NEUMANN, D. (1982):  
Schwachstellen beim Einsatz von Bioindikatoren und weitere Forschungsziele. - *Decheniana (Beihefte)* 26, 193 - 196.
- PAUER, R. (1975):  
Zur Ausbreitung der Carabiden in der Agrarlandschaft, unter besonderer Berücksichtigung der Grenzbereiche verschiedener Feldkulturen. - *Z. angew. Zool.* 62, 457 - 489.
- STACHOW, U. (1986):  
Abhängigkeit der Besiedlung von Feldern mit Laufkäfern vom Vorhandensein einer Hecke. - *VDLUFA-Schriftenreihe* 20, 491- 501.
- STEIN, W. (1972):  
Untersuchungen zum Flug und Flugverhalten von Curculioniden. - *Z. angew. Ent.* 71, 368 - 375.
- STÖCKER, G. (1980):  
Bioindikation durch Parameter ökologischer Modelle Grundlagen und Anwendungsbeispiele. - *Proc. III. Int. Conf. Bioindicator Deter. Reg. Liblice*, pp 325 - 327.
- THIELE, H.-U. (1977):  
Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. - *Zoophysiol. and Ecology* 10. Springer, Berlin.
- TISCHLER, W. (1980):  
Biologie der Kulturlandschaft. - Fischer, Stuttgart.
- TOPP, W. (1971):  
Zur Ökologie der Müllhalden. - *Ann. Zool. Fennici* 8, 194 - 222.
- TOPP, W. (1972):  
Die Besiedlung eines Stadtparks durch Käfer. - *Pedobiologia* 12, 336 - 346.
- TOPP, W. (1975):  
Biozönotische Untersuchungen in einem Kar der östlichen Hohen Tauern. - *Carinthia II* 165/85, 275 - 284.
- TOPP, W. (1977):  
Einfluß des Strukturmosaiks einer Agrarlandschaft auf die Ausbreitung der Staphyliniden (COL.). - *Pedobiologia* 17, 43-50.
- TOPP, W. (1979):  
Vergleichende Dormanzuntersuchungen an Staphyliniden (Coleoptera). - *Zool. Jb. Syst.* 106, 1 - 49.
- TOPP, W. (1988):  
Besiedlung einer neu entstandenen Insel durch Laufkäfer (Col., Carabidae). *Zool. Jb. Syst.* (im Druck).
- TOPP, W. u. I. ENGLER (1980):  
Species packing in Catopidae (Col.) of a beech stand. - *Zool. Anz.* 205, 39 - 42.
- TRITTELVITZ, W. u. W. TOPP (1980):  
Verteilung und Ausbreitung der epigäischen Arthropoden in der Agrarlandschaft. I. Carabidae. - *Anz. Schädlingkde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 53, 17 - 20.
- UDVARDY, M.D.F. (1969):  
Dynamic Zoogeography. - Van Nostrand Reinhold Comp., London.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. Werner Topp  
Zoologisches Institut  
Physiologische Ökologie  
der Universität zu Köln  
Weyertal 119  
D-5000 Köln 41

# Naturschutzprobleme und Lösungsansätze in Gebieten mit agrarischer Vorrangnutzung

Klaus Dierßen

## 1. Einführung

Vielleicht wird das 20. Jahrhundert unter anderem auch als Jahrhundert der Biologen in die Geschichte eingehen. - Dafür spricht die rapide Entwicklung in Physiologie, Genetik, Mikrobiologie und Biochemie mit all den Möglichkeiten, aber auch Gefahren, wie sie gegenwärtig etwa für die Gentechnologie diskutiert werden.

Versteht man biologischen Naturschutz als Angewandte Ökologie, so werden für diesen Wissenszweig allerdings Grenzen sichtbar, zumindest in bezug auf die Umsetzung gewonnener Erkenntnisse: dem Erkenntniszuwachs steht hier fast allenthalben ein zunehmender Arten- und Lebensraumschwund gegenüber.

Es gilt, von einer Analyse des Ist-Zustandes ausgehend Forschungsmöglichkeiten und -defizite zu beleuchten und darauf aufbauend Forderungen unter anderem an Landschaftsplanung, Eingriffsverwaltungen und politische Entscheidungsträger zu artikulieren. Dies sei am Beispiel des vornehmlich agrarisch genutzten Bundeslandes Schleswig-Holstein erörtert.

## 2. Angaben zur Agrarstruktur

1985 wurden etwa 75 % der Fläche Schleswig-Holsteins landwirtschaftlich genutzt; 14 % entfielen auf Wald, Wasser- und Erholungsflächen, 9 % auf versiegelte Bereiche (Verkehrsflächen und Siedlungen). 2/3 der landwirtschaftlichen Betriebe betreiben Futterbau, verbunden mit Haupteinnahmen aus der Rinderhaltung. Im einzelnen ergeben sich naturraumspezifische Unterschiede der Bodennutzung:

- In den Marschen finden sich besonders in den jüngsten Kögen ertragskräftige ackerfähige Böden.
- Hohe Geest und Vorgeest (Sander) zeigen durchweg wenig ertragsfähige Böden zwischen 20 und 40 Punkten.
- Die Geestniederungen sind durch mehr oder minder entwässerte Niedermoor-Torferden und anmoorige Sandböden gekennzeichnet. Grenzertragsstandorte mit 20 Punkten werden zunehmend aufgeforstet.
- Im Östlichen Hügelland (Jungmoräne) finden sich überwiegend lehmige Parabraunerden und Pseudogleye mittlerer bis hoher Ertragskraft (40 - 55 Punkte und mehr).

Die mittleren Betriebsgrößen (> 30 ha) liegen in Schleswig-Holstein fast doppelt so hoch wie im Bundesdurchschnitt. Bei sinkender Betriebszahl steigt besonders die Zahl der Betriebe zwischen 70 und 100 ha LF an. Die Zahl der Viehzucht-Betriebe ist in der Marsch etwa konstant, steigt in den Geest- und Sanderbereichen an (verknüpft mit verstärktem Silomais-Anbau seit den 70er Jahren) und ist im Hügelland rückläufig.

Da die Betriebe zunehmend auf Getreideanbau oder Rinderhaltung spezialisiert sind, ist der Bedarf an Zukauf-Futtermitteln beträchtlich (1986/87 etwa 1,1 Mrd. DM) (sämtliche Angaben lt. Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten SH, 1988).

Von den Kosten her wirkt sich der Aufwand für Dünger und Biozide in den einzelnen Betrieben eher gering aus; – die Auswirkungen der Anwendung auf den Landschaftshaushalt können jedoch kaum unterschätzt werden.

Kalkuliert werden in der Marsch und im östlichen Hügelland nicht durch Ernten oder Weidevieh entzogene N-Überschüsse von über 120 kg N ha jährlich je LF. Dies entspricht zahlenmäßig (nicht ursächlich) dem Handelsdüngereintrag auf diesen Flächen (BACH 1987). In der Hohen Geest liegen die N-Überschüsse im Mittel zwischen 100 und 110 kg N ha/a, in den Sandergebieten zwischen 80 und 100 kg; auf den Sandböden dieser Räume sind besonders hohe Auswaschungsverluste zu unterstellen.

## 3. Angaben zu Natur- und Landschaftsschutz

Als These sei formuliert, daß der allgemein zu verzeichnende Artenschwund sich in kleinen Bezugsräumen wie Landkreisen oder einzelnen Naturräumen stärker bemerkbar macht als etwa in der Bundesrepublik insgesamt, und zwar deswegen, weil mit steigender Größe der Bezugsfläche auch die Chance steigt, verinselte Rückzugsgebiete für gefährdete Arten zu integrieren (s.a. WEBER 1979).

Vergleichende Angaben über den Rückgang gefährdeter Arten in der BRD und in Schleswig-Holstein untermauern diese Einschätzung (Angaben nach BLAB et al., 1984 für die BRD, Landesamt f. Naturschutz und Landshpfl. Schlesw.-Holst. 1982 für Schleswig-Holstein):

|                           | BRD  | Schlesw.-Holstein |
|---------------------------|------|-------------------|
| gefährdete Blütenpflanzen | 35 % | 41 %              |
| gefährdete Moose          | 14 % | 75 %              |
| gefährdete Brutvögel      | 52 % | 54 %              |
| gefährdete Schmetterlinge | 41 % | 94 %              |

Versteht man Pflanzengesellschaften als standorts- und naturraumspezifische Primärproduzentengemeinschaften mit zentraler Bedeutung für Ökosysteme insgesamt, so ist deren Veränderung (Verschiebung im Arteninventar) zugleich Ausdruck veränderter Umweltparameter einschließlich einer gewandelten Nutzungsbeanspruchung der Lebensstätten. Ein Vergleich ehemals und aktuell nachgewiesener Vegetationstypen in Schleswig-Holstein belegt, daß etwa 77 % der für eine solche Bilanzierung unterschiedenen Vegetationstypen im Rückgang begriffen sind. Bei 50 % dieser mithin mehr oder minder gefährdeten Vegetationstypen vollzieht sich ein deutlicher Schwund der bezeichnenden Arten. Nur etwa 1/4 von ihnen erscheint derzeit in Schutzgebieten formal hinlänglich gesichert (DIERSSEN 1984).

Die Effektivität von Naturschutzgebieten für den Arten- und Lebensraumschutz darf in diesem Zusammenhang nicht überbewertet werden. Bilanzierungen des Bestandes gefährdeter Gefäßpflanzen zum Zeitpunkt der Ausweisung im Vergleich zum aktuellen Zeitpunkt (1985) belegen für sechs ausgewählte hochwertige Gebiete einen mittleren Schwund sensibler, nach der Roten Liste (op. cit.) gefährdeter Arten von 48 % (bei den Gefährdungskategorien stark gefährdet bzw. vom Aussterben bedroht 68 bzw. 79 %).

Angesichts des vorausgegangenen Überblicks über die Flächennutzung in Schleswig-Holstein liegt es nahe, als wesentliche Ursachen für den Arten- und Lebensraumschwund Flurbereinigung und Wasserbau (Veränderung der Landschaftsstruktur und Entwässerung) sowie die Intensivierung der landwirtschaftlichen Bodennutzung verantwortlich zu machen. Als Folgen eines Nutzungswandels sind nicht allein Intensivierung und Nutzungsentmischung bedeutsam, sondern auch die vollständige Nutzungsaufgabe auf Grenzertragsstandorten als solchen Flächen, deren Nutzung betriebswirtschaftlich nicht mehr rational ist. Die skizzierten Veränderungen greifen nicht nur auf landwirtschaftlichen Nutzflächen: Änderungen im Wasserregime und Eutrophierungsprozesse wirken vielfach diffus, aber letztendlich landesweit.

Für die Entwicklung von Schutzstrategien ist hilfreich, das Ausmaß der Gefährdung für verschiedene Lebensraumtypen vergleichend abschätzen zu können. Grob vereinfacht gilt dies: überdurchschnittlich stark gefährdet sind Phytozöosen

- feuchter und trockener Extremstandorte
- nährstoffarmer Bereiche

- die als Lebensgemeinschaften natürlicher und naturnaher Lebensstätten auf Sekundärstandorten ungünstigere Entwicklungsmöglichkeiten vorfinden
- im Randbereich ihres Gesellschaftsareals
- offener Pionierstandorte sowie
- solche, die für ihre Entwicklung besonders lange Zeiträume benötigen.

Begünstigt und gefördert werden dagegen derzeit Phytozöosen vom Wasserhaushalt her "mittlerer" Standorte mit nährstoffreichen oder nachschaffenden Böden im Kerngebiet ihres Vorkommens, die auch auf anthropogen stark überformten Wuchsorten gute Entwicklungsmöglichkeiten vorfinden. Allgemein formuliert: naturraumspezifische stenöke Vegetationstypen werden zunehmend von ubiquistischen euryöken ersetzt.

#### 4. Naturschutzziele und -teilziele

Moralische Erwägungen und aus ökologischen Erkenntnissen abgeleitete Argumente heben auf das ideale Naturschutzhauptziel ab, *sämtliche Lebensgemeinschaften und ihre Lebensgrundlagen* um ihrer selbst willen zu fördern. Dieser Anspruch ist umfassender als die Zielbestimmung des derzeit noch geltenden Naturschutzrechtes, das die Leistungs- und Nutzungsfähigkeit der Natur als Lebensgrundlage des Menschen hervorhebt. Es ist jedoch davon auszugehen, daß dem zur Novellierung anstehenden Bundesnaturschutzgesetz künftig diese erweiterte, allgemein konsensfähige, letztlich aber im konkreten Fall unverbindliche Formulierung zugrundeliegen wird.

Diesem Hauptziel lassen sich Teilziele zuordnen; im wesentlichen sind dies:

- Schutz besonders gefährdeter Arten und Lebensgemeinschaften
- Erhaltung landschaftsspezifischer (naturraumgebundener) Lebensgemeinschaften und historisch gewachsener oder überformter Landschaftsstrukturen;
- Erhaltung, gegebenenfalls auch Entwicklung und Neugestaltung vielfältiger und naturraumspezifischer Landschaftsstrukturen; biologisch formuliert: einer Nischenvielfalt einschließlich einer bezeichnenden Fauna und Vegetation.

Das isolierte Verfolgen der genannten (oder weiterer) Teilziele kann mitunter im Widerspruch zum formulierten Gesamtziel stehen.

Ferner gilt, daß Lebensgemeinschaften wie die von ihnen besiedelten Landschaftsausschnitte die aktuell herrschenden Umwelt- und Nutzungsfaktoren spiegeln, also immer auch Ausdruck einer geschichtlichen Entwicklung sind. Damit sind sie im biologischen Sinne weder wiederherstellbar noch ersetzbar. Vom Menschen gestaltete Landschaften und deren Lebensgemeinschaften sind

zugleich auch Ausdruck gesellschaftlicher Wertsetzungen und Nutzungsansprüche: Jede Gesellschaft hat die Landschaft, die sie verdient. Die formulierten Ziele lassen sich wie folgt umsetzen:

- durch Flächenschutz ohne Eingriffe (konservierender Naturschutz)
- durch gezielte Pflege (entwickelnder Naturschutz)
- durch Wiederherstellung eines als "besser" oder "schutzwürdiger" erachteten Zustandes: Sanierung, Rehabilitation, als wichtiger Teilaspekt Extensivierung (regenerierender Naturschutz)
- Neugestaltung von Flächen einschließlich "Ersatz" und "Ausgleich", letztere Begriffe nunmehr nicht biologisch, sondern formal-juristisch auszudeuten (gestaltender Naturschutz).

## 5. Naturschutzstrategien

### 5.1 Konservierender Naturschutz

Zielführend ist ein Naturschutz ohne Pflegeeingriffe bei naturnahen Lebensräumen, stabilen Ökosystemen, die in überschaubaren Zeiträumen allenfalls schwachen Veränderungen unterliegen sowie solchen Lebensräumen, in denen natürlich ablaufende Sukzessionen als Entwicklungsziel akzeptiert werden.

Naturnahe Lebensräume sind in Schleswig-Holstein in Küstendünen, auf Strandwällen sowie kleinflächig in Salzrasen anzutreffen, ferner als Röhricht- und Weidengürtel sowie Erlen-Bruchwald an Seeufern und vermoorten Senken. Ähnlich zu bewerten sind auch Altholz-Bestände bei aus autochthonen Gehölzarten aufgebauten Wäldern.

Relativ stabil können streureiche (und damit in der Regel artenarme) Brachestadien von Großseggenriedern, Hochmoorrestkörpern, Trockenheiden, Hochstaudenfluren und verschiedenen Rasengesellschaften sein, sofern sie nicht von Gründerpopulationen verschiedener Gehölze durchsetzt sind.

Die Akzeptanz einer natürlichen Dynamik und Entwicklung ist bei solchen Beständen angezeigt, bei denen eine Pflege kontinuierlicher und kostenaufwendiger Maßnahmen bedarf, ohne daß ein Erreichen des Pflegeziels sichergestellt ist; - zum Beispiel bei der Mahd produktionskräftiger Staudenfluren auf stark mineralisierenden Niedermoor-Torferden, wenn eine Rückführung in *Callithion*-Gesellschaften angestrebt werden soll.

Sukzessionen sind schließlich auch dort zuzulassen, wo zu erwartende Sukzessionsstadien als "hochwertiger" einzustufen sind als der gegenwärtige Zustand, so etwa bei Waldgesellschaften oligotropher Standorte.

Nicht sinnvoll ist der konservierende Naturschutz in solchen Lebensräumen mit hohem Nährstoffpotential, die nicht - wie etwa Erlenbrücher - Sukzessionsendstadien darstellen. Sobald sich mehr oder

minder rasch hochwüchsige Bestände konkurrenzkräftiger, durch hohe N- und P-Umsätze geförderte Pflanzenarten durchsetzen, resultieren Streuakkumulation, einheitliche Vegetationsstrukturen und ein Vordringen ubiquistischer Arten mit opportunistischen Lebensstrategien. Es steht zu befürchten, daß künftig aus der landwirtschaftlichen Nutzung entlassene Flächen (Flächenstilllegung) vorwiegend zu letzteren gehören dürften. Aufforstungen mit autochthonen Arten könnten dann die sinnvollste Nutzungsform sein, sofern dem nicht landschaftsästhetische Überlegungen entgegenstehen.

Lediglich konservierender Schutz entbindet nicht von wissenschaftlicher Bearbeitung der betroffenen Flächen. Fluktuationen von Populationen und Sukzessionen sollten in Dauerflächen kontinuierlich beobachtet, unvorhergesehene Veränderungen etwa durch externe Stoffeinträge registriert und gegebenenfalls eingehender analysiert werden, um bei Bedarf steuernd eingreifen zu können.

### 5.2 Pflegender und entwickelnder Naturschutz

Pflegebedürftig sind letztendlich (fast) alle diejenigen Flächen, die ihre Entstehung und Erhaltung einer extensiveren, heute betriebswirtschaftlich nicht mehr sinnvollen Landnutzung verdanken. Für Pflegemaßnahmen gilt es zu berücksichtigen, daß besonders bei kleinen Flächen im Vergleich zu internen Nährstoffumsätzen teilweise mit erheblichen Stoffeinträgen zu rechnen ist. In Schleswig-Holstein gilt dies etwa für Sand-Heiden, Magerrasen, Feucht- und Streuwiesen.

Als Beispiel für die Erörterung der Problematik seien Sandheiden ausgewählt. Sie haben bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts besonders in den Geest- und Sandergebieten erhebliche Flächen bedeckt und sind aktuell auf wenige, durchweg kleine Schutzgebiete beschränkt. Eine Nutzung findet nicht mehr statt; die *Calluna vulgaris*-Bestände sind überaltert und partiell abgestorben, *Avenella flexuosa*, gebietsweise auch *Empetrum nigrum* sind beherrschende Arten der Restflächen.

Entwicklungsziel sollte die Wiederherstellung vielfältig strukturierter, zwergstrauchbeherrschter Heideflächen sein - theoretisch erreichbar über den Aufbau eines Regenerationszyklus, verbunden mit einem Nährstoffaustrag. Denkbare Pflegevarianten sind extensive (Schaf-)beweidung, Mahd, Brand, Plaggen (Abheben der Rohhumusschicht mit Teilen des A-Horizontes) sowie eine Kombination verschiedener Pflegeeingriffe. Brennen und vor allem Plaggen fördern die Einstellung des gewünschten Regenerationszyklus, Weide und Mahd wirken phasenverlängernd für einzelne Zyklusabschnitte. Letztlich möglich, wenngleich kostenaufwendig, ist eine gewisse Imitation der ehemaligen - unregelmäßig - Bewirtschaftung durch die Kombination von Plaggen und extensiver Be-

weidung. Ungelöst ist dabei das offenkundige Problem, daß der Nährstoffinput über Immissionen gegenwärtig wohl nicht über eine Aushagerungsnutzung kompensiert werden kann (MATZNER 1980). Folglich lassen sich unerwünschte Veränderungen des gegenwärtigen Zustandes bestenfalls hinauszögern, - nachhaltige Verbesserungen dagegen derzeit kaum erreichen.

Im Prinzip einfacher, wiewohl grundsätzlich problematisch, sind Konzepte zum Schutz einzelner Arten. Letztere sind vor allem dann erfolgversprechend, wenn die Biologie der betroffenen Sippen gut bekannt ist, sowie die Rückgangsursachen in einem konkreten Gebiet eindeutig erkannt sind und sich künftig ausschalten lassen. Grundsätzlich sind Artenschutzprogramme in der Kosten-Nutzen-Relation verhältnismäßig teuer und vom Ansatz her "unökologisch", da ökosystemeigene Wechselbeziehungen der Konkurrenz und Koexistenz der Organismen untereinander in einem Lebensraum außer Kraft gesetzt werden. Ein Kybernetiker würde von einer einseitigen Schwerpunktbildung in dem Bezugssystem sprechen.

Maßnahmen des pflegenden und entwickelnden Naturschutzes bedürfen einer weitreichenden wissenschaftlichen Begleitung:

- Populations- und produktionsbiologische Untersuchungen sowie Konkurrenztests an Schlüsselarten der zu pflegenden Systeme bei variiertem Nährstoff- und Wasserhaushalt und unter verschiedenen Pflegeeingriffen;
- die Erfassung der aktuellen Vegetation in den betroffenen Gebieten, darauf aufbauend das Formulieren eines - realistischen und zugleich detaillierten - Entwicklungsziels sowie
- die wissenschaftliche Begleitung der Pflegeeingriffe durch Dauerflächenuntersuchungen.

Der Erfolg der ergriffenen Maßnahmen wird von den Vorinformationen sowie einer exakten Planung auf der Basis einer sorgfältigen Inventarisierung abhängen. Nicht nur im gewählten Beispiel gilt es zugleich auch, zumindest mittelfristig externe Störgrößen wie Immissionen nach Möglichkeit zu minimieren.

### 5.3 Regenerierender Naturschutz

Die Intensivierung der Nutzung eines Landschaftsausschnittes führt allgemein zu naturferneren, schwerer oder kaum mehr zur Eigenregulation fähigen Systemen (naturfernen Hemerobiestufen).

Diese Entwicklung wird heute für den Landschaftshaushalt und Naturschutz vielfach als nachteilig angesehen. Als Konsequenz fehlt es nicht an Versuchen, "bessere", "naturnähere" oder für den Naturschutz beziehungsweise Naturhaushalt

"wertvollere", zur Pufferung oder Selbstregulation eher fähige Systeme wiederherzustellen: Moorregeneration, Seesanierung, Remäandrierung von Bächen sind einige Schlagworte.

Sanierungs- und Renaturierungsvorhaben sind überwiegend teuer und zeitaufwendig, - die gesteckten Ziele, sofern konkret formuliert, durchweg schwer oder nur langfristig zu erreichen. Abbildung 1 soll die erforderlichen Teilschritte für ein planvolles Vorgehen unter Abstimmung zwischen politisch-administrativen Entscheidungsträgern, Biologen, Planern und bauausführenden Firmen verdeutlichen. Derzeitige Praxis ist nach Einschätzung des Verfassers vielfach eine Konzentration auf die technische Ausführung bei zugleich unzureichender Berücksichtigung der ökologischen Grundlagen und unscharfer Zielformulierung.

Zum Problemfeld Regeneration zählen auch die unterschiedlichen Programmvarianten der Extensivierung im agrarischen Bereich, die gleichermaßen betriebswirtschaftliche Wünsche und Forderungen des Naturschutzes vereinbarend lösen sollen. Zweifellos zeichnen sich für Teilprobleme Verbesserungen ab: eine Begrenzung des Beweidungszeitraumes kann den Bruterfolg von Wiesenvögeln steigern; - die weitere mäßige Beweidung oder Mahd von Grenzertragsstandorten (trockenes Magergrünland, mäßig nährstoffreiche Kleinseggenbestände) ist bei entsprechender Finanzierung auch betriebswirtschaftlich interessant.

Freilich muß ein Betriebswirt bei definierter Rinderzahl die anfallende Güllemenge ausbringen, und unterliegen Teile der genutzten Flächen den Auflagen des Extensivierungsprogramms, so folgt daraus eben eine verstärkte Gülledeposition auf den verbleibenden Flächen.

Der derzeitige Stand zusammengefaßt:

Betriebswirtschaftlich interessant ist das Extensivierungsprogramm auf Grenzertragsflächen, für die ein geringes Nutzungsinteresse besteht, - sowie für Programmvarianten, die dem Landwirt geringe Nutzungseinschränkungen (zeitweilige Aussetzung der Beweidung) auferlegen. Ersteres ist nicht flächenrelevant, letzteres für eine Verringerung der Belastung des Landschaftshaushaltes unerheblich. Die Probleme der Eutrophierung im allgemeinen und der betrieblichen N-Entsorgung bleiben ungelöst. Die für den Naturhaushalt erheblich sinnvollere generelle Reduktion des Düngereinsatzes (N-Besteuerung kombiniert mit direkter Einkommensübertragung an kleinere und mittlere Betriebe, weitere Reduktion der Viehbestände und Gülle-Bevorratung) ist politisch ungleich schwerer umsetzbar.

Naturwissenschaftler sind bezogen auf Maßnahmen des regenerierenden Naturschutzes ungleich stärker gefordert als bei konservierendem und pflegendem Naturschutz.

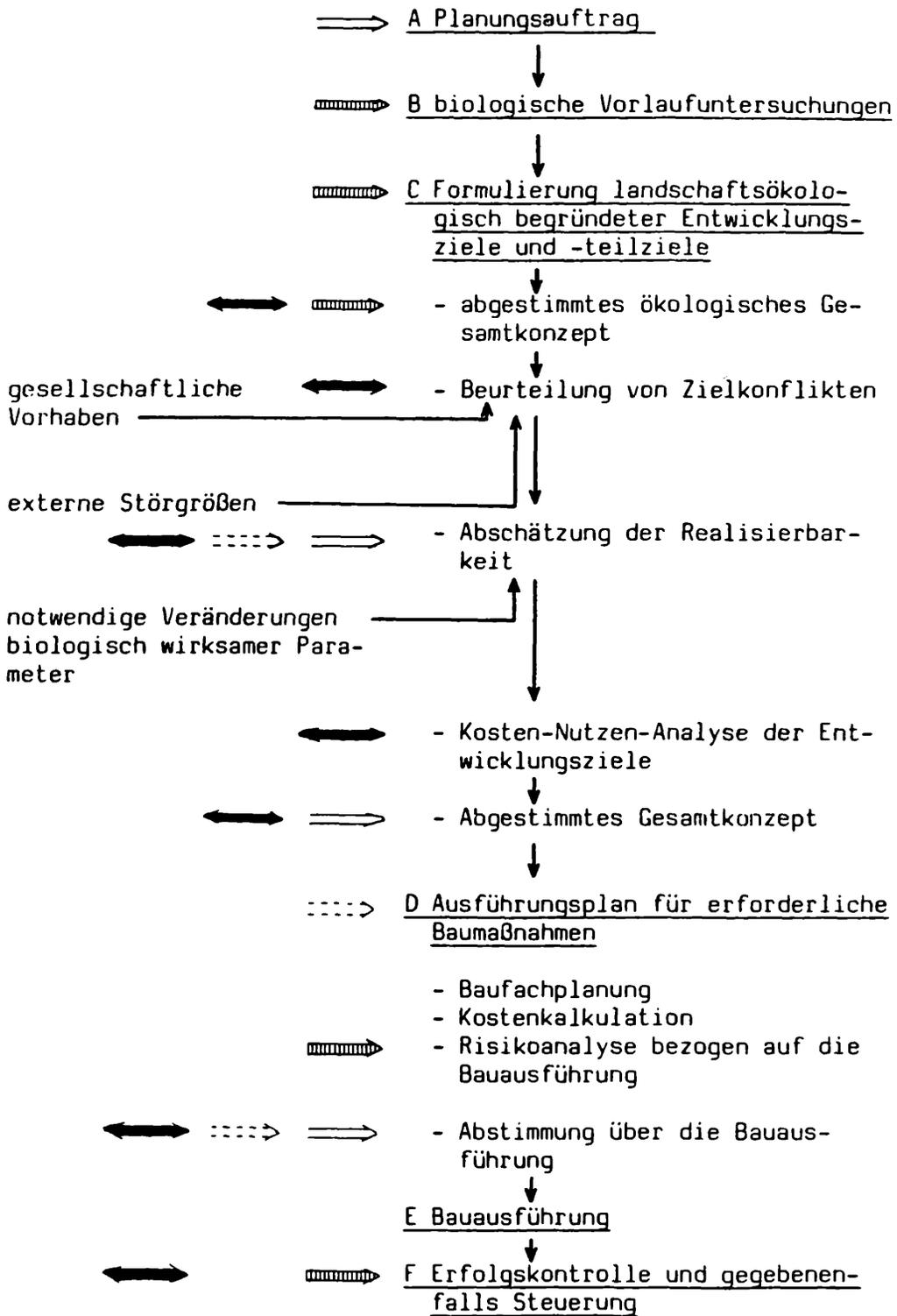


Abbildung 1

Sinnvolles Vorgehen bei ökosystembezogenen Planungsvorhaben (regenerierender und gestaltender Naturschutz)

- |                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| offener Pfeil         | - | administrative Vorgabe                               |
| gestrichelter Pfeil   | - | naturwissenschaftliche und planerische Bearbeitung   |
| schwarzer Doppelpfeil | - | Rückkoppelung zwischen Planungsträger und Bearbeiter |
| unterbrochener Pfeil  | - | technische Bauplanung und -ausführung                |

Die erforderlichen Grundlagenerhebungen und die wissenschaftliche Begleitung entsprechen den unter 5.2 formulierten Erfordernissen.

Darüber hinaus sind sorgfältige und vorsichtige Entwicklungsprognosen gefordert, die sich an allgemeinen Modellen und Basisuntersuchungen orientieren, sich jedoch auf den konkreten Einzelfall beziehen müssen.

Die naturwissenschaftlichen Sachaussagen müssen naturschutzpolitische Aspekte mit berücksichtigen:

Die Begriffe Sanierung oder Renaturierung unterstellen eine wirkungsvolle Heilung von Schäden sowie die Herstellung eines naturnäheren Zustandes nach einem Nutzungseingriff, assoziieren aber zugleich auch - vielfach unbewußt -, die Wiederherstellbarkeit eines Ausgangszustandes, also letztlich die Vereinbarkeit von Nutzung und Schutz. Dies ist zumindest für naturnahe Lebensräume mit langer autogener Sukzession oder spezifischer Nutzungsgeschichte prinzipiell unzutreffend (zum Beispiel für Moore oder alle Standorte mit Glazial- oder wärmezeitlichen Relikten).

Regenerationsprojekte vollziehen sich vielfach in konfliktarmen Räumen (zum Beispiel in Mooren ohne aktuellen Nutzungsdruck); Remäandrierungsprojekte lenken von zeitgleichem Gewässerabbau einschließlich einer weiteren Entwässerung im Einzugsbereich des gleichen Fließgewässers ab.

Allgemein formuliert: leichte administrative und politische Umsetzbarkeit von Naturschutzprojekten ist nicht gleichzusetzen mit deren Dringlichkeit, Qualität und absehbarem Erfolg.

Euphemistische Begriffe (Regeneration, Renaturierung, Sanierung, Extensivierung) bergen, unreflektiert angewendet, das Risiko der Vereinnahmung.

#### 5.4 Gestaltender Naturschutz

Maßnahmen des gestaltenden Naturschutzes spielen in der öffentlichen Diskussion eine zunehmende Rolle: die Entwicklung von Salzrasen in eingedeichten Kögen, die "Schaffung" von "Biotopen" etwa in Form von Kleingewässern, das Versetzen von Wallhecken (Knicks) bei Eingriffen der Flurbereinigung und des Straßenbaues.

Vorab vier Thesen:

- Es ist nicht nur falsch, anzunehmen, man könne bei entsprechendem technischen Aufwand nahezu jede Lebensgemeinschaft ohne Rücksicht auf die natürlichen Voraussetzungen überall neu entwickeln, sondern überdies auch nicht in allen Fällen sinnvoll, wo die Möglichkeit gegeben ist (s.a. SCHMIDT, 1985).

- Für das Aufhalten des Arten- und Lebensraumschwundes sind diese Strategien am wenigsten

zielführend, da vielfach Pionier-Ökosysteme auf relativ hoher Nährstoffstufe resultieren, die relativ rasch zu artenarmen, streureichen und stabilen Folgestadien führen.

- Ersatz bedeutet zugleich auch immer das Ausräumen eines vorhandenen Naturrauminventars, führt gleichsam zu einem Flächenbrand von Ersatzmaßnahmen (HEINEMANN et al. 1986).

- Das Risiko des Etikettenschwindels mit dem Wort Naturschutz ist hier besonders groß (ein wasserwirtschaftlicher Eingriff, als "biotoplenkende Maßnahme" getarnt, erspart ein Planfeststellungsverfahren).

Mit einigen Ausnahmen setzt die Neugestaltung von Lebensräumen die subtilsten Detailkenntnisse voraus über Funktion und Dynamik der zu entwickelnden Lebensraumtypen. Dabei gilt es vorrangig, die Entwicklung naturraumspezifischer Lebensgemeinschaften mit ihrer spezifischen Vegetation und Fauna zu ermöglichen. Eine Kennzeichnung der potentiellen natürlichen Vegetation sowie der aktuellen Vegetationsmosaik gibt weitgehend Aufschluß über den realen Zustand, den Bedarf und die Entwicklungsmöglichkeiten. Neben den herrschenden Standortparametern ist für die Herstellung von Biotoptypen der erforderliche Entwicklungszeitraum und die Verfügbarkeit von Diasporen entscheidend. Einige Anhaltspunkte gibt BLAB (1986):

- Einjährigesgesellschaften, etwa Acker-Wildkrautgesellschaften, Therophytengesellschaften an Teichufern - 1 - 4 Jahre
- Ufervegetation eutropher Binnengewässer - 15 Jahre
- gepflanzte Hecken: bei höherer Entfernung älterer, landschaftsgebundener Ausbreitungszentren auch nach Jahrzehnten keine Wiederbesiedlung mit spezialisierten Insektenarten (s.a. ZWÖLFER et al. 1981)
- Magerrasen, Streuwiesen, Halbtrockenrasen - nur unvollständig wiederherstellbar.

Noch kritischer ist die Situation bezogen auf oligotrophe Gewässer, Urwaldreste und Moore jeder Art: eine vollständige Wiederherstellung ist nach derzeitigem Wissensstand unmöglich.

Die Verpflanzung von Ökosystemausschnitten (KLÖTZLI 1980, 1987) ist äußerst kostenaufwendig und vom Ergebnis her allenfalls begrenzt befriedigend. Sie ist letztlich nur dort akzeptabel, wo eine Güterabwägung zwischen Eingriff und Schutz auf einer konkreten Fläche zuungunsten des Naturschutzes ausgefallen ist, da Qualitätseinbuße der betroffenen Bestände unvermeidbar ist.

Recht bezeichnend sind etwa die Erfahrungen mit Knickversetzungen im Rahmen von Flurbereinigungs- und Straßenbauverfahren. Doppelknicks

und Knicks als mehrschichtige Strukturen in waldarmen Landschaften zeichneten sich bis etwa Mitte der 50er Jahre in Schleswig-Holstein durch eine naturraumgebundene und vielfältige Vegetation und Fauna aus. Der Nutzungswandel auf den knickangrenzenden landwirtschaftlichen Betriebsflächen hat bereits zu erheblichen Qualitätseinbußen geführt. Knickversetzungen werden in Schleswig-Holstein seit 1977 in zunehmendem Maße praktiziert; das Verfahren kann als "technisch ausgereift" betrachtet werden. Untersuchungen über die Auswirkungen für Vegetation und Fauna erfolgten - auch dies ist bezeichnend - mit erheblicher zeitlicher Verzögerung (s.a. HÖPER et al. 1987). Unabhängig von Versetzungsmethode, -entfernung und Naturraum wurde die knick-spezifische Krautschicht durch die Versetzung vernichtet oder auf kleine, unzusammenhängende Restflächen reduziert; die Gebüschvegetation überlebte zu 20 - 60 %. Zugleich wirkte die Verschiebung jeweils stark eutrophierend, da gedüngte Böden einschließlich der Samenbank knick-unspezifischer Arten der Wirtschaftsflächen mit in den neuen Knick eingearbeitet wurden. Die Qualität der alten, "bunten" Knicks der intensiv genutzten Kulturlandschaft Schleswig-Holsteins geht durch die Versetzung verloren.

## 6. Biologische Grundlagen der Landschaftsplanung

Die Formulierung auf landschaftsökologischen Erkenntnissen aufbauender Anforderungen gegenüber konkurrierenden Raumnutzungsansprüchen erfolgt bei Eingriffen in Form ökologischer Risikoanalysen (abgewandelt auch der Umweltverträglichkeitsprüfung), die planerische Umsetzung vorausschauend in Form der Landschaftsrahmen- und Landschaftsplanung, reaktiv durch die landschaftspflegerische Begleitplanung. Landschaftspflege begreift sich vom Selbstverständnis her als sektorale Fachplanung für Naturschutz und Erholungsnutzung sowie als querschnittsorientierte Planung gegenüber unterschiedlichen Eingriffsnutzungen.

Aktuell zeigen sich unter anderem deutliche Planungsdefizite im ländlichen Bereich sowie erhebliche Umsetzungsprobleme auf administrativ-politischer Ebene. - Vor dem Hintergrund der formulierten Naturschutzziele und -konzepte gilt es nun zugleich, die Aussagefähigkeit der den Planungen zugrundeliegenden biologischen Daten kritisch zu hinterfragen.

Aus der Analyse einer Reihe von Landschaftsrahmen- und Landschaftsplänen abgeleitet sei die folgende Schlußfolgerung formuliert:

- In der Landschaftsplanung werden im allgemeinen vegetationskundliche und zoologische Basisdaten nicht oder unzulänglich berücksichtigt; die Orientierung über allgemeine ökologische Ge-

setzmäßigkeiten ist bei den Bearbeitern gewöhnlich gering. Damit sind die Grundvoraussetzungen nicht gegeben, im Rahmen der Landschaftsplanung einen *wirksamen* Beitrag zur Erhaltung der aktuellen Lebensgemeinschaften zu leisten, - geschweige zu einer wirklichen Sanierung des Landschaftshaushaltes.

Dies bedarf einiger Erörterungen.

- Ökologische Risikoanalysen (UVPs) werden vornehmlich nach technologischen, umwelthygienischen und allenfalls landschaftsästhetischen Kriterien angegangen. Daten zur realen Vegetation und Fauna werden nicht oder unvollständig erhoben.

- In die Landschaftsrahmenplanung gehen Daten der Biotopkartierung ein, die gleichsam die Ansprüche einer Vorrangnutzung für den Naturschutz festlegen. Für Bereiche mit konkurrierenden Nutzungsansprüchen entfällt zumindest in Schleswig-Holstein bislang eine vergleichende Wertung der verschiedenen Biotop-Typen mit dem Ziel, Vorrangflächen auszuweisen und im Einzelfall bei Eingriffen eine bessere Argumentationshilfe nutzen zu können.

Querschnittsorientierte flächendeckende, naturhaushaltverträgliche Nutzungskonzepte werden derzeit noch nicht entwickelt.

- Für die - konkretere - Landschaftsplanung sind die Angaben der Biotopkartierung unzulänglich, da zu wenig detailliert und nicht auf die Gesamtfläche des Planungsraumes bezogen.

Folgendes Vorgehen wird für die biologische Detailerhebung angeregt:

- Kartierung der potentiell natürlichen Vegetation zu Definition und Abgrenzung von Naturräumen gleichen biologischen Entwicklungspotentials;
- möglichst detaillierte Erfassung aller aktuell vorhandenen Vegetationstypen einschließlich der fragmentarisch entwickelten Bestände;
- Ermittlung sämtlicher möglicher Vegetationstypen je Einheit der potentiellen natürlichen Vegetation;
- Zuordnung der ermittelten Vegetationstypen zu Hemerobiestufen;
- Aufnahme der raumspezifischen Vegetationskomplexe, Zuordnung zu Hemerobiestufen;
- Kartierung der Vegetationskomplexe;
- Ermittlung der Diskrepanzen zwischen vorhandenem Ist-Wert und je Naturraum anzustrebendem Soll-Wert;
- Abschätzung der Realisierungschancen.

Das Verfahren ist anspruchsvoll und relativ zeitaufwendig; es setzt eine gute Orientierung des Bearbeiters, bezogen auf vegetationskundliche Arbeitstechniken und Geländekenntnis, voraus. Die Angaben zur potentiell natürlichen Vegetation

sind erforderlich, um Räume mit gleichem Entwicklungspotential der aktuellen Vegetation festzulegen. Die Erfassung der Hemerobiestufen ist sinnvoll, um Regenerationsaufwand und -aussichten möglichst realistisch einschätzen zu können sowie Problemgebiete mit Pufferzonenbedarf (Kontakte zwischen oligo- und euhemeroben Vegetationskomplexen) herauszuarbeiten.

Die Kartierung von Vegetationskomplexen entbindet von der - aufwendigeren - Kartierung der aktuellen Vegetation ohne nennenswerte Einbuße an Informationsdichte. Zugleich wird das Problem der Darstellungsmöglichkeit kleiner Raumstrukturen entschärft.

Die Kennzeichnung von Ist- und Soll-Wert bleibt subjektiv und ist an die jeweils herrschenden gesellschaftlichen Wertsetzungen geknüpft.

Kritisch bleibt derzeit das Einbeziehen zoologischer Daten. Wegen des hohen zeitlichen Aufwandes zoo-ökologischer Grundlagenerhebungen dürfte es zielführend sein, die generelle Anbindung von einzelnen Arten und Zoozönosen an Vegetationskomplexe in Detailstudien schärfer zu fassen und daraus Schlußfolgerungen etwa für Nutzungsformen und notwendiges Angebot von Raumstrukturen auf konkreten Flächen abzuleiten.

## **7. Einige Forschungsdefizite und naturschutzpolitische Forderungen**

- Forschungsdefizite ergeben sich unter anderem hinsichtlich der Kenntnis von Populationsbiologie, Produktionsraten und internen Stofftranslokationen von bezeichnenden und/oder dominierenden Arten in einzelnen Ökosystemen. Ebenso wie bei den Ergebnissen von Ökosystemforschungsgroßprojekten lassen sich aus den erforderlichen Detailuntersuchungen generalisierende Aussagen ableiten, die in konkreten Lebensräumen in bezug auf Ziele, Störgrößen und Realisierungschancen jeweils geprüft und gewichtet werden müssen. Da sich vegetationskundlich leichter flächenbezogen arbeiten läßt als zoo-ökologisch, bedarf die Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen Fauna und Vegetation einer Intensivierung, unter anderem in bezug auf Minimalareale von Populationen, Raumstrukturen etc.

- Grundlage jeder mittelfristig erfolgreichen Naturschutzarbeit ist das kontinuierliche Erheben biologischer Basisdaten (passives monitoring). Grundsätzlich sollte dazu jede Landschaftspflegebehörde "vor Ort" über genügend ausreichend qualifizierte Mitarbeiter verfügen und gegebenenfalls auf die Unterstützung ehrenamtlich agierender Spezialisten zurückgreifen.

- Pflege, Renaturierung und Gestaltung bedürfen spezifischer, auf die jeweiligen Gebiete zuge-

schnittener Konzepte. Verwaltungen oder Naturschutzverbände sind mit dieser Aufgabe im allgemeinen überfordert, Universitätsinstitute mit Modellvorhaben ausgelastet. Geeignete Ansprechpartner wären Planungsbüros, sofern sie auf qualifiziertes Personal zurückgreifen können. Gegenwärtig ist dies allenfalls eingeschränkt Realität.

- Die detaillierte biologische Grundlagenerhebung muß essentieller Bestandteil der Landschaftsplanung werden. Der Gesetzgeber muß Mindestnormen festlegen.

- Alle Konzepte in einzelnen Gebieten oder Landschaftsräumen greifen nicht oder nur eingeschränkt, wenn externe Störgrößen (SO<sub>2</sub>- oder N- und P-Eintrag, Entwässerung o.ä.) nicht ausgeschlossen werden können. Auch in diesem Zusammenhang sind Parlamente gehalten, mit politischen Entscheidungen einem sich ändernden Wandel gesellschaftlicher Wertsetzungen Rechnung zu tragen.

- Abschließend dies: jedem Hochschullehrer, der über etwas längere Zeiträume hinweg Studenten unter anderem Artenkenntnisse und ein gewisses ökologisches Grundwissen zu vermitteln versucht, kann die Entfremdung der heutigen Jugendlichen (Biologie-Studenten bilden in diesem Zusammenhang wohl noch eine positive Auswahl) gegenüber der Natur und Landschaft kaum verborgen bleiben. Nicht zuletzt gilt es deshalb auch, Lerninhalte des Biologie-Unterrichtes an den Schulen und Universitäten vor diesem Hintergrund kritisch zu hinterfragen und an einer Reform mitzuarbeiten.

## **8. Zusammenfassung**

In überwiegend agrarisch genutzten Räumen sind Naturschutzprobleme im weitesten Sinne an die Nutzungsintensivierung besonders in den vergangenen zwei Dekaden geknüpft. Beleuchtet wird dies durch eine Gegenüberstellung von Agrarstrukturwandel und Naturschutzbilanz in Schleswig-Holstein.

Als grundsätzliches Naturschutzziel wird eine Erhaltung aller Organismen und ihrer Gemeinschaften in der gesamten Landschaft formuliert. Dem kann weder mit einem letztlich auf "Raritäten" zugeschnittenen Artenschutz begegnet werden noch mit einer Beschränkung auf Schutzgebiete.

Erforderliche Schutzstrategien müssen die unterschiedliche Nutzungsintensität auf Flächen berücksichtigen. Konservierender Schutz ist nur bei naturnahen und/oder (meta-)stabilen Lebensgemeinschaften zielführend. Pflegend-entwickelnde Strategien müssen versuchen, ehemalige Nutzungsformen möglichst weitgehend zu imitieren; es resultieren Probleme der Schutzfähigkeit bei einem veränderten Landschaftshaushalt sowie des mittel- und langfristigen Kostenaufwandes für die Maßnahmen. Regenerierender und gestaltender

Naturschutz bieten für die Erhaltung bedrohter Arten und Lebensgemeinschaften eher bescheidene Möglichkeiten.

Eine stärkere Berücksichtigung biologischer Belange bei der Landschaftsplanung wird als erforderlich angesehen.

Die Mehrzahl der genannten Strategien kann den skizzierten Artenschwund und die weitergehende Zerstörung und Veränderung von Ökosystemen nur dann aufhalten, wenn der Einfluß externer Störgrößen wirksam gemindert wird - in erster Linie eine politische Aufgabe.

## 9. Zitierte Literatur

BACH, M. (1987):

Die potentielle Nitratbelastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der BRD. - Gött. Bodenkdl. Ber. 93, 186 pp., Göttingen.

BLAB, J. (1986):

Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. - SchrR. Landsch.-Pflg. NatSchutz 24, S. 257., Bonn-Bad Godesberg.

BLAB, J. et al. (1984):

Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der BRD, erweiterte Neubearbeitung. - NatSchutz aktuell 1, Greven.

DIERSSEN, K. (1984):

Gefährdung und Rückgang von Pflanzengesellschaften. - Zur Auswertung der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. - Mitt. AG Geobot. Schlesw.-Holst. Hamb. 33, 40 - 62, Kiel.

HEINEMANN, G.; K.H. HÜLBUSCH & P. KUTTELWASCHER (1986):

Naturschutz durch Landnutzung. - Die Pflanzengesellschaften in der Wümme-Niederung, im Leher Feld am nördlichen Stadtrand Bremens. - Urbs et Regio 40, S. 118., Kassel.

HÖPER, H. et al. (1987):

Auswirkungen der Knickversetzung auf Flora und Vegetation der schleswig-holsteinischen Wallhecken. - unveröff. Polykopie Bot. Inst. Univ. Kiel.

KLÖTZLI, F. (1980):

Zur Verpflanzung von Streu- und Moorwiesen. - Erfahrungen von 1969 - 1980. - Ber. ANL 5: 41 - 50

KLÖTZLI, F. (1987):

Disturbance in transplanted grasslands and wetlands. - In: Andel et al. - Disturbance in Grasslands, 79 - 96, Dordrecht.

LANDESAMT FÜR NATSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (ed.) (1982):

Rote Liste der Pflanzen und Tiere Schleswig-Holsteins. - Schr.R. Landesamt NatSch. LandschPflg. Schlesw.-Holst. 5 149 S., Kiel.

MATZNER, E. (1980):

Untersuchungen zum Elementarhaushalt eines Heide-Ökosystems (*Calluna vulgaris*) in Nordwestdeutschland. - Gött. Bodenkdl. Ber. 63, 1 - 120, Göttingen.

MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1988):

Schleswig-Holstein im Agrarbericht 1988. - 106 S., Polykopie, Kiel.

SCHMIDT, W. (1985):

Mahd ohne Düngung - Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachflächen. - Münst. Geogr. Arb. 20, 81 - 99, Paderborn.

WEBER, H.E. (1979):

Zur Quantifizierung der Belastungsfaktoren für die natürliche Umwelt. - Nat. Landsch. 54 (9), 298 - 302, Stuttgart.

ZWÖLFER, H. et al. (1981):

Ökologische Funktionsanalyse von Hecken- und Flurgehölzen. - Abschlußber. Forschungsvorh. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 422 S.

### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Klaus Dierßen  
Botan. Institut der Universität  
Olshausenstr. 40 - 60  
D-2300 Kiel

# Renaturierung von Agrarlandschaften – Begründung, Konzepte, Maßnahmen als Aufgabe ökologischer Naturschutzforschung

Jörg Pfadenhauer

## 1. Einleitung und Begründung

In der Agrarforschung waren traditionell bis in die jüngste Zeit Aspekte der Produktionssteigerung bei der Erzeugung landwirtschaftlicher Güter dominierend. Dementsprechend standen in der Bodennutzung Fragen der Optimierung der Kulturtechnik ebenso im Vordergrund wie die des rationellen Einsatzes von Maschinen und Agrochemikalien. Heute und in Zukunft fällt der Landwirtschaft mehr die Aufgabe der Sicherung biotischer und abiotischer Ressourcen zu: Eine ästhetisch ansprechende bäuerliche Kulturlandschaft mit minimierter Belastung von Boden, Luft und Wasser und einer regionaltypischen Vielfalt von Arten und Lebensgemeinschaften ist eine gesetzlich festgeschriebene Forderung der Gesellschaft, die dem Wunsch nach Erzeugung qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel gleichberechtigt gegenübersteht.

Allem Anschein nach befindet sich aber ein Großteil unserer heutigen Agrarlandschaften in der EG durchaus nicht in einem den Ansprüchen des Naturschutzes genügenden Zustand. Vielfach sind seit dem II. Weltkrieg, z.B. im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren, aber auch aus agrarpolitischen Notwendigkeiten heraus, Bewirtschaftungsweisen entwickelt worden, die zu dem bekannten und von Naturschutzverbänden beklagten Rückgang oder gar völligen Verlust naturbetonter Lebensgemeinschaften und ihrer Arten führten; darüber hinaus sind Teile Mitteleuropas einer nicht tolerierbaren Erosion unterworfen, gelangen Pflanzenschutzmittel und anorganische Düngstoffe in die Gewässer, gasförmige N-Verbindungen in die Luft.

Sollen also die Ziele des Naturschutzes realisiert werden, ist es nicht mit der Bewahrung (Sicherung) von noch existenten naturbetonten Restbiotopen und bisher nur extensiv genutzten Flächen getan; viele Agrarlandschaften müßten einem Prozeß der Renaturierung unterworfen werden, der verinselte Lebensräume erweitert und miteinander verbindet, Artenschutz auch auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche zuläßt, Boden- und Gewässerbelastung durch veränderte Bewirtschaftungsintensitäten und -weisen sowie durch Anlage von Pufferstrukturen minimiert.

Wir definieren Renaturierung also als Rückführung eines anthropogen geprägten Lebensraums in einen naturnäheren Zustand. Jede Maßnahme zur Verbesserung der Situation des Naturschutzes ist also auch eine Renaturierungsmaßnahme, so z.B. die landschaftsgerechte Neuanlage einer Hecke oder einer Feuchtwiese ebenso wie die Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung zum Zweck der Verringerung von Torfschwund. Demgemäß fällt auch die Etablierung einer umweltverträglichen nach einer vorausgegangenen belastenden Nutzungsweise (oder -intensität) unter den Begriff Renaturierung, und nicht nur die ausschließlich Naturschutzzwecken dienende Pflege und Gestaltung ohne Produktionsinteresse. Mit Renaturierung ist dagegen nicht die Wiederherstellung eines ursprünglichen, historisch begründbaren Zustands gemeint, etwa einer bestimmten, an der entsprechenden Stelle im Gelände ehemals vorhandenen Lebensgemeinschaft. Sofern dies überhaupt in überschaubarer Zeit, etwa innerhalb eines menschlichen Lebensalters, möglich sein sollte, fiel eine solche Absicht unter den Begriff der Regeneration, wie sie z.B. bei der Wiedervernässung von Leegmooren angestrebt wird. Somit kann eine Renaturierung auch kein Alibi für die Zerstörung noch vorhandener naturbetonter Lebensraumreste sein. Sie dient lediglich unter Vorgabe bestimmter Nutzungsweisen bzw. -intensitäten oder Pflegemaßnahmen der Verbesserung der Situation des Ressourcenschutzes, ohne eine Lebensgemeinschaft mit spezieller Artenzusammensetzung oder einen definierten Boden - resp. Gewässerzustand als Ziel vorzugeben. Gesteuert wird eher der Rückführungsprozeß selbst, beispielsweise mit dem Pflegeprogramm "Aushagerung" die Schwächung konkurrenzstarker Futtergräser und -kräuter, um die Ansiedlung konkurrenzschwacher Arten zu fördern (PFADENHAUER et al. 1987). Deshalb sollte bei Renaturierungsvorhaben beispielsweise im Rahmen des biotischen Ressourcenschutzes der Nutzungs- bzw. Pflgetyp (z.B. "2-schürige Futterwiese mit Festmistdüngung", "2-schürige Wiese ohne Düngung", "Streuwiese") im Vordergrund stehen; er kann mit einem Biozöosen- oder Vegetationstyp gekoppelt werden, wenn der augenblickliche Kenntnisstand über die Steuerung von Sukzessionen durch bestimmte Renaturierungsmaßnahmen dies zuläßt.

## 2. Konzepte

Naturschutz in seiner Gesamtheit benötigt als Planungsgrundlage regionalisierte, d. h. naturraumbezogene Entwicklungskonzepte. Diese bewerten den Ist-Zustand biotischer und abiotischer Ressourcen nach den Forderungen des Naturschutzes, geben flächenbezogene naturschützerische Defizite wieder, nennen mögliche Entwicklungsziele und die zu ihrer Realisierung nötigen Renaturierungsmaßnahmen (vgl. PFADENHAUER 1988 a, b). Schwerpunkte für eine ökologische Naturschutzforschung liegen demnach an folgenden Stellen des Konzeptablaufs:

- 1) in der Bewertung der Funktion landschaftlicher Komponenten und Prozessabläufe für den biotischen/abiotischen Ressourcenschutz, zur Erstellung des Defizitkatalogs und Formulierung der Entwicklungsziele,
- 2) in der Entwicklung, Optimierung und technisch-biologischen Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen, die zur Beseitigung dieser Defizite nötig sind.

Davon ist der erstgenannte Schwerpunkt ein Aufgabenbereich der Umweltverträglichkeitsprüfung. Festgestellt wird nämlich, ob durch eine bestimmte Nutzungsweise oder -intensität den Zielen des Naturschutzes in dem zu untersuchenden Landschaftsraum entsprochen wird. Da diese Ziele in der Naturschutzgesetzgebung nur recht allgemein formuliert sind, läßt sich eine ordnungsgemäße (d.h. umweltverträgliche) Landwirtschaft in der Regel nur schwer definieren. So würde die Sicherung der Ackerwildkrautflora in einer bestimmten (naturräumlich einheitlichen) Landschaft bedeuten, daß ein Teil der ackerbaulich genutzten Fläche nach den Richtlinien eines Verbandes für naturgemäßen Landbau ohne Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln bewirtschaftet werden müßte. Nach bisherigen Erkenntnissen bieten selbst intensive, aber "ökologisch" wirtschaftende Betriebe bessere Entwicklungschancen für solche Pflanzengemeinschaften als konventionelle (G. HERRMANN, pers. Mitt.). Wie hoch der Flächenbedarf allerdings wäre und welche Fruchtfolgen sich in Abhängigkeit vom Standort als besonders geeignet für diesen Zweck erweisen, könnte Aufgabe zukünftiger agrarökologischer Forschung sein.

Lücken gibt es auch bei der Definition der Umweltverträglichkeit im Sinne des abiotischen Ressourcenschutzes. Zwar ist beispielsweise bei Ackernutzung auf Niedermoor ein erheblicher Stickstoffaustrag zu erwarten; wieviel davon, nach Abzug des Ernteentzugs, in Grund- und Oberflächengewässer transportiert wird, kann derzeit nur grob auf der Basis weniger, punktuell durchgeführter Untersuchungen geschätzt werden. Denn ein Großteil dürfte als  $N_2$  oder gar  $N_2O$  durch De-

nitrifikationsprozesse in die Atmosphäre abgegeben werden. Hierzu, wie zu zahlreichen anderen Detailfragen (vgl. SRU 1986), kann eine im weitesten Sinn ökologische Forschung einen Beitrag leisten.

Schließlich sollte dem Einsatz neuer, gentechnisch erzeugter Sorten von Kulturpflanzen oder Haustieren, gleichgültig, ob sie der Erzeugung von Nahrungsmitteln oder als nachwachsende Rohstoffe dienen, eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorausgehen. Kriterien hierzu müssen aber wohl größtenteils noch entwickelt werden, sollte dieser aus der Sicht des Naturschutzes notwendigen Forderung entsprochen werden können.

## 3. Maßnahmen

Der zweite, oben genannte Forschungsschwerpunkt betrifft die Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen; er überschneidet sich zwangsläufig mit der Umweltverträglichkeitsprüfung von Nutzungsweisen, sofern er sich auf weniger intensive Formen der Landbewirtschaftung bezieht. Hinzu kommen allerdings zahlreiche Verfahren mit mehr oder weniger eingeschränktem Produktionsinteresse, die man im allgemeinen als "landespflegerische Leistungen" zusammenfaßt, sofern sie von der Landwirtschaft erbracht werden. Sie weisen den Charakter einer Pflege auf. Freilich ist der Übergang von einer umweltbelastenden über eine umweltverträgliche Nutzungsweise zu einer solchen mit Schwerpunkt Naturschutz bis hin zur reinen Pflege gleitend. Man könnte von Renaturierungsketten sprechen, wie sie vereinfacht in Abb. 1 und 2 wiedergegeben sind.

So läßt sich schon durch eine Umwandlung von intensiv genutzten Ackerflächen mit einfacher Fruchtfolge (z.B. Mais/Saatkartoffeln) auf Niedermoor in Dauergrünland oder durch den Anbau bodendeckender Futterpflanzen (2 a bzw. 3 a in Abb. 1) die Bildung überschüssigen Mineralstickstoffs auf ca. die Hälfte senken. Reduktion der Schnitzzahl auf zwei mit verspätetem ersten Schnitt, wie im Rahmen der Wiesenbrüterprogramme, mit Düngung sowie mit oder ohne Vernässungsmaßnahmen (2 b in Abb. 1), oder die bewußte, völlige Hintanstellung des Produktionsinteresses (Aushagerung, evtl. mit Pflanzung bzw. Ansaat gewünschter Arten: 2 c in Abb. 1) vermindern voraussichtlich den Torfschwund noch weiter und ermöglichen gleichzeitig einer Reihe von Arten die Ausweitung ihres Vorkommens. Die Kombination mit Vernässungsmaßnahmen ergibt verschiedene feuchte Grünlandausbildungen. Von vorneherein wird das Produktionsinteresse ausgeschaltet bei der Realisierung der Zielvorstellung Brache (1 a) oder Feuchtvegetation (durch Neugestaltung der Geländeoberfläche: 4 a). In beiden Fällen können als Endziel der Vegetationsentwicklung sowohl (standortgemäße) Waldtypen

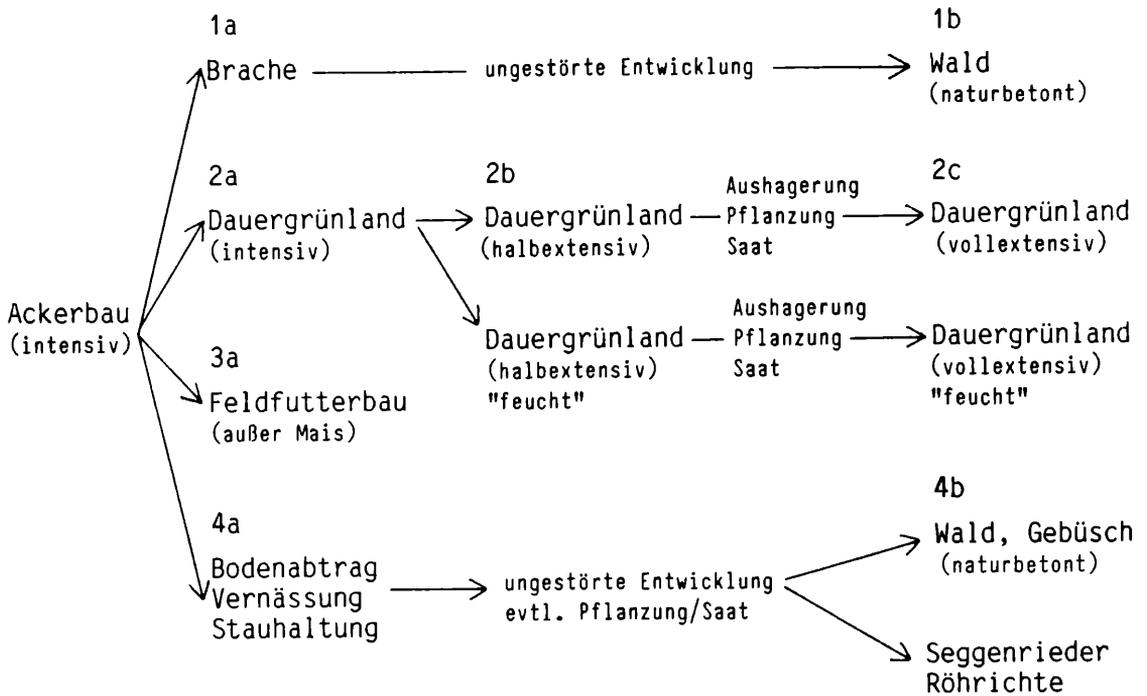


Abbildung 1  
Renaturierungskette auf Niedermoor

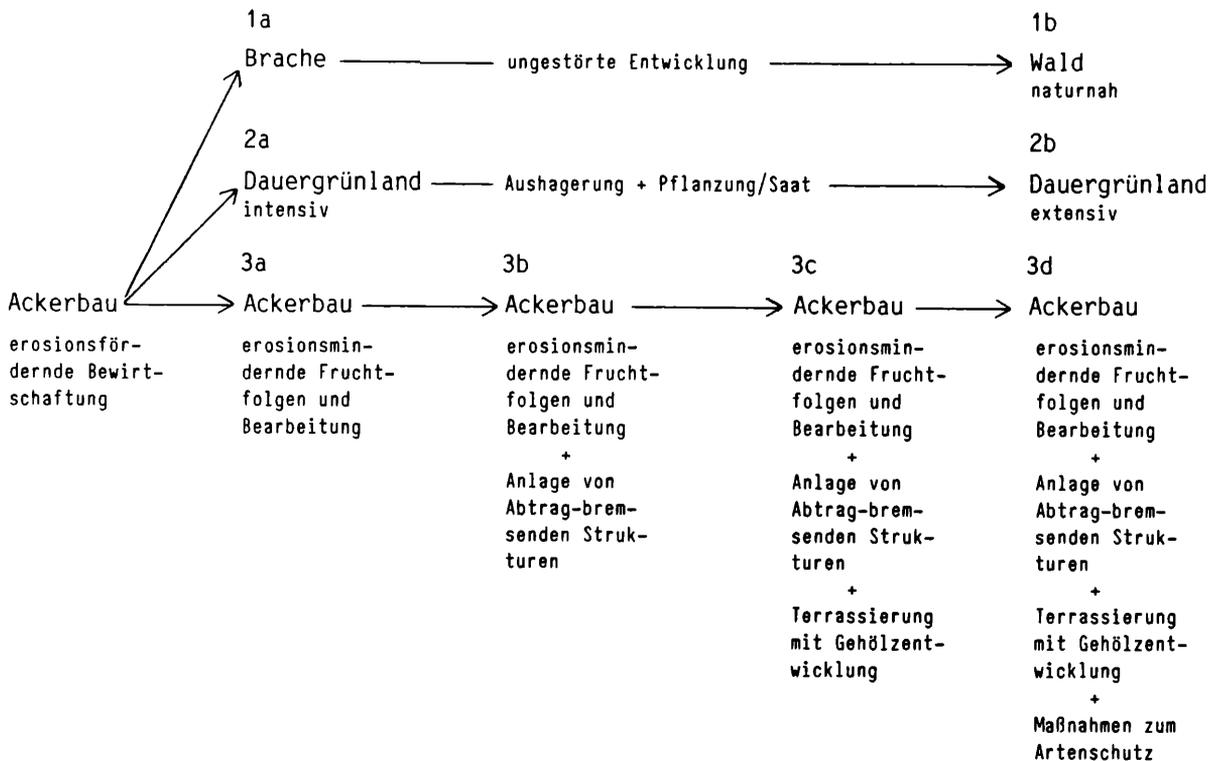


Abbildung 2  
Renaturierungskette auf erosionsempfindlichen Böden

der potentiell natürlichen Vegetation ebenso wie mehr oder weniger dauerhafte Zwischenstadien auftreten.

Hier wie in Abb. 2 sind also die Komponenten einer Renaturierungskette keine bestimmten Biozöosen, sondern eher Nutzungs- (bzw. Pflege)typen; denn über mögliche Entwicklungstendenzen (Einwanderungsgeschwindigkeit, Etablierung gewünschter Arten, ihre Einbindung in Nutzungssysteme und Nahrungsketten während der Sukzession) ist wenig bekannt. Hier setzt insbesondere die populationsbiologische Forschung an; sie liefert Daten zur Überprüfung der Hypothesen über die Funktionsfähigkeit von Biotopverbundsystemen (Auswirkung von Vernetzungen auf Wanderbewegungen) als auch zu Mechanismen dynamischer Prozesse im Pflanzenbestand bei der Extensivierung einer agrarischen Nutzfläche.

Die Renaturierungskette 3 a bis 3 d in Abb. 2 kann darüber hinaus die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Teildisziplinen der Ökologie verdeutlichen: Aus Sicht des Naturschutzes wäre der Komplex 3 d besonders wünschenswert. Er dient einerseits dem Schutz vor Erosion, und zwar durch eine Kombination von Maßnahmen auf der Nutzfläche, die den Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor der allgemeinen Bodenabtragsgleichung (SCHWERTMANN et al. 1987) beeinflussen und den Einbau höhenlinienparalleler Strukturen (Terrassierung zur Verkürzung der Hanglänge und Verringerung der Hangneigung). Andererseits könnte bei ausreichender Breite für die Entwicklung von Gehölzen und Säumen (PFADENHAUER & WIRTH 1988), eventuell in Kombination mit Initialpflanzungen gewünschter Arten, auch den Zielen des Artenschutzes entsprochen werden. Allerdings sind sowohl zur Vorgehensweise bei Neuanlage ebenso wie über das Ausmaß der Filterfunktion für Feststoffe kaum Erfahrungen vorhanden; die zahlreichen Vorschläge zur Renaturierung, die von Seiten des Naturschutzes vorgebracht werden, artikulieren oft eher Wunschvorstellungen, als daß sie auf sachlich fundierten Beobachtungen basieren. Im vorliegenden Fall wären z.B. zu prüfen (bzgl. Erosion nach M. KAINZ, pers. Mitt.):

- die Auswirkung unterschiedlicher Fruchtfolgen und alternativer Bodenbearbeitungsverfahren auf den Bodenabtrag (im Rahmen des C-Faktors der allgemeinen Bodenabtragsgleichung) und auf die Etablierung bzw. den Erhalt von Ackerwildkrautgemeinschaften,
- die Unterschiede zwischen der Schutzwirkung von verschieden breiten Getreide- und Wildkraut- bzw. Grünlandstreifen bei unterschiedlichen Hangneigungen (im Rahmen des P-Faktors der allgemeinen Bodenabtragsgleichung),
- die Filterfunktion von linearen hangparallelen Strukturen wie Hecken, Rainen, Ackerterrassen für Feststoffe,

- die Methodik der Anlage von Hecken, Rainen und Ackerterrassen für den Artenschutz (Oberbodenabtrag am Terrassenfuß, ungestörte und gelenkte Vegetations- und Faunentwicklung, Ausbreitungs- und Wandergeschwindigkeit von Pflanzenarten mit Ruderal-, Phalanx- und Guerillastrategie usw.).

#### 4. Ausblick

Die Ergebnisse vieler naturschutzbezogener wissenschaftlicher Arbeiten wären sicherlich leichter in die Praxis zu übertragen, wenn mehr Verbundforschung betrieben würde. Bedauerlicherweise steht dem häufig das Eigeninteresse des einzelnen Wissenschaftlers entgegen. Der Verfasser nimmt sich hiervon selbst gar nicht aus. Sogar interdisziplinär angelegte Vorhaben leiden oft unter fehlenden methodischen und formalen Vorgaben sowie mangelnder Abstimmung. Aber gerade die Forschung für den umfassenden Naturschutz muß ebenso umfassende, d. h. dem biotischen und abiotischen Ressourcenschutz gleichermaßen gerecht werdende Aussagen liefern. Eine für die Renaturierung von Agrarlandschaften aufzubauende Agrarökologie muß diesem Umstand Rechnung tragen.

Empfehlenswert ist zudem eine Koppelung an landwirtschaftliche Betriebe mit verschiedenen Bewirtschaftungssystemen (integrierter Landbau, alternative Nutzungsweisen, Vorrang Landschaftspflege; vgl. KNAUER 1986), und dies aus zwei Gründen: Erstens wird der (flächenhaft) bedeutendste Teil praktischer Naturschutzarbeit auf oder am Rand der agrarischen Nutzflächen ablaufen. In diesem Sinn kann das Schlagwort vom Bauern als Landschaftspfleger vielleicht zukünftig der Realität eher entsprechen, als dies heute der Fall ist. Denn die Koppelung umweltverträglicher Nutzungsweisen und landespflegerischer Leistungen an den bäuerlichen Betrieb dürfte auf Dauer effizienter sein als der Naturschutz in den flächenhaft unbedeutenden Schutzgebieten. Zweitens ist die Realisation solcher Maßnahmen eng mit der wirtschaftlichen und sozialen Situation sowie den agrarpolitischen Rahmenbedingungen gekoppelt. Ohne das Einkommen der Landwirte sichernde Förderprogramme zur "umweltverträglichen Landwirtschaft" und ohne Entlohnung für Pflege und Entwicklung naturbetonter Lebensräume ist eine Umsetzung naturschützerischer Ziele nicht möglich. Hieraus ergibt sich die Forderung auch nach einer sozio-ökonomischen Naturschutzforschung, die die ökologische begleitet und Modelle für die Umsetzung auf einzelbetrieblicher Basis entwickelt.

#### 5. Zusammenfassung

Renaturierung wird definiert als Maßnahmenkomplex zur Rückführung eines anthropogen ge-

prägten Lebensraums in einen naturnäheren Zustand. Bereits die Anwendung einer umweltverträglichen Nutzungsweise ist eine Renaturierungsmaßnahme, sofern sie die Situation für den biotischen und abiotischen Naturschutz verbessert. Je nach Ausgangslage gibt es deshalb auch verschiedene Renaturierungsschritte, die sich zu Renaturierungsketten zusammenschließen.

Schwerpunkte zukünftiger ökologischer Naturschutzforschung liegen hierbei erstens in der Bewertung der Funktion landschaftlicher Komponenten und Prozessabläufe zur Erstellung eines naturschützerischen Defizitkatalogs und Formulierung von Entwicklungszielen, zweitens in der Optimierung von Renaturierungsmaßnahmen, die zur Beseitigung dieser Defizite nötig sind. Empfehlenswert ist eine Verbundforschung nicht nur innerhalb der Ökologie, sondern auch mit der Sozioökonomik sowie die Koppelung der wissenschaftlichen Arbeit an landwirtschaftliche Betriebe.

## 6. Danksagung

M. KAINZ vom Lehrstuhl für Bodenkunde, Weihenstephan sowie meinem Mitarbeiter G. HERRMANN danke ich für wertvolle Hinweise.

## 7. Literatur

KNAUER, N. (1986):

Ökologische und landwirtschaftliche Konzepte zur Verwendung freigesetzter Flächen. - N. Arch. f. Nds. 35, 229 - 243

PFADENHAUER, J. (1988 a):

Naturschutz durch Landwirtschaft. Perspektiven aus der Sicht der Ökologie. - Bayer. Landw. Jahrb., Sonderheft, im Druck

PFADENHAUER, J. (1988 b):

Naturschutzstrategien und Naturschutzansprüche an die Landwirtschaft. - Ber. ANL (Laufen) 12, S. 51 - 57

PFADENHAUER, J. & WIRTH, J. (1988):

Alte und neue Hecken im Vergleich am Beispiel des Tertiärhügellandes im Landkreis Freising. - Ber. ANL (Laufen) 12, S. 59 - 69

SCHWERTMANN, U., VOGL, W. & KAINZ, M. (1987):

Bodenerosion durch Wasser. - Ulmer, Stuttgart

SRU (DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN) (1985):

Umweltprobleme der Landwirtschaft. - W. Kohlhammer, Stuttgart, Mainz

### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer  
Lehrgebiet Geobotanik der  
TU München  
D-8050 Freising-Weihenstephan.

# Seeufer – gefährdete Lebensräume spezialisierter Tierarten

Wolfgang Stein

## 1. Das Grenzgebiet Wasser - Land

Wenn unterschiedliche Lebensräume aneinanderstoßen, so bilden sich hier Grenzgebiete, die ihre eigenen abiotischen und trophischen Bedingungen aufweisen. Sind diese Grenzzonen breit mit allmählichen Übergängen von einem Biotopcharakter in den anderen - z.B. Waldränder mit abgestuften, artenreichen Gebüsch- und Krautzone - so können hier neben einer eigenständigen Fauna euryöke Tierarten aus beiden Lebensräumen vorkommen. Sind sie dagegen schmal und wechseln in ihnen die Bedingungen mehr oder weniger abrupt, so haben sie entweder keine eigenständige Fauna oder beherbergen Arten, die besonders selektiert sind.

Solche extremen Grenzgebiete sind Uferstreifen in unmittelbarer Nähe des Wasserspiegels, wo der aquatische und der terrestrische Bereich praktisch übergangslos zusammenstoßen. Die Trennung der Fauna erfolgt hier sehr schlagartig, denn echte Wassertiere können auf die Dauer nicht an Land leben und umgekehrt halten Landtiere einen Aufenthalt im Wasser nur kurze Zeit aus.

Da dieser Grenzbereich aber nicht absolut konstant ist und sich in kürzester Zeit wegen der Beweglichkeit des Wassers verändern kann, brauchen dort lebende Organismen besondere Anpassungsfähigkeiten, wenn ihre Populationen nicht bei jeder kurzfristigen Änderung vernichtet werden sollen. Derartige Anpassungen gibt es in verschiedener Ausbildung. So können landlebende Tiere in bestimmten Ruhestadien eine oft monatelange Überstauung ertragen, wie dies zum Beispiel für das Eistadium von Collembolen bekannt ist (IRMLER 1981, TAMM 1984, 1986). Selbst erwachsene Käfer können lange unter Wasser leben (ANDERSEN 1968, PALMEN, 1945), oder sie haben wenigstens die Fähigkeit, sich schwimmend über Wasser zu halten und gerichtet das nahe Ufer zu erreichen (JENKINS 1960, MEISSNER 1983). Am Land weichen sie kurz- oder langfristigen Anstiegen des Wasserspiegels aus, indem sie (wie überhaupt bei jeder Störung) hangaufwärts fliehen (STEIN, unveröff.).

Andererseits müssen aquatische Formen in der Lage sein, bei einem plötzlichen Rückgang des Wassers wenigstens kurze Zeit an Land zu überleben. Dies gilt besonders für kleine, wenig bewegliche Arten, die am oder im Boden, der normalerweise überstaut ist, leben.

## 2. Besiedlung eines Seeufers durch Spezialisten

Am Beispiel der Laufkäfer (*Carabidae*) soll zunächst einmal dargestellt werden, wie entscheidend die Grenzzone Wasser - Land für die Herausbildung der dort lebenden Biozönose ist.

Untersuchungen am Edersee (Nordhessen) haben ergeben, daß im unmittelbaren Uferbereich Arten mit einer strengen Bindung an den Wasserspiegel auftreten (STEIN 1984). Ihr Vorkommen ist auf einen Streifen von nur wenigen Metern begrenzt und weist selbst innerhalb dieses Raumes sogar noch artliche Differenzierungen auf, wie dies anhand der Abbildung 1 verdeutlicht werden soll.

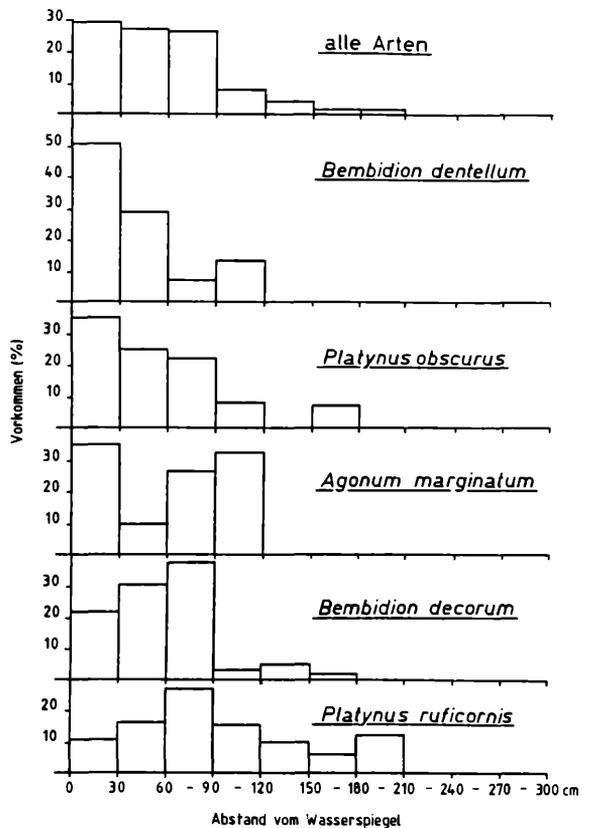


Abbildung 1

Das Vorkommen von Laufkäfern an einem Seeufer in Abhängigkeit von der Entfernung zum Wasserspiegel

In Tabelle 1 ist eingetragen, wieviele Arten sich innerhalb kleiner Streifen oberhalb des Wasserspiegels aufgehoben haben. Im Abstand von 0 bis 50 cm konnten 28 Arten ermittelt werden, nur 1 m höher war ihre Zahl auf 8 gesunken. Von den 3 Arten oberhalb von 1,5 m Abstand gehörte nur 1 zu den ausgesprochenen "Wasserarten". Käfer aus den umliegenden Biotopen dringen praktisch nicht in diesen eng umgrenzten Uferbereich ein. So konnten Feld-, Wiesen- und Waldarten nur in einzelnen Exemplaren gefunden werden, auch wenn diese Lebensräume unmittelbar angrenzten. Der Biotop Seeufer selektiert eben sehr stark und bietet nur wenigen Arten Lebens- und Vermehrungsmöglichkeiten.

Tabelle 1

Die Anzahl der Laufkäfer-Arten schmaler Uferstreifen in Abhängigkeit von der Entfernung zum Wasserspiegel (Gesamtzahl der Arten: 31)

| Entfernung zum Wasserspiegel | Anzahl der Laufkäferarten |
|------------------------------|---------------------------|
| 0 - 50 cm                    | 28                        |
| 50 - 100 cm                  | 17                        |
| 100 - 150 cm                 | 8                         |
| 150 - 300 cm                 | 3                         |

Diese Arten können dann aber, entsprechend den biozönotischen Grundprinzipien von THIENEMANN (1920), oft sehr hohe Populationsdichten erreichen. So machen die 5 häufigsten der 31 auftretenden Arten allein 80,7 % der Carabidenfauna aus:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| <i>Bembidion decorum</i> | 40,7 % |
| <i>B. dentellum</i>      | 13,7 % |
| <i>Platynus obscurus</i> | 10,2 % |
| <i>P. ruficornis</i>     | 9,5 %  |
| <i>Agonum marginatum</i> | 6,6 %  |

Die Gründe für die enge Bindung an den Wasserspiegel sind sicher mannigfaltiger Art, auch wenn hierüber nur wenig Konkretes bekannt ist. Neben der Nahrung spielen bestimmt auch physiologische Eigenschaften der einzelnen Arten eine entscheidende Rolle (THIELE 1977).

Die geschilderte enge Bindung von Laufkäfern an die Uferregion gilt auch für andere Tiergruppen. Einige Beispiele mögen das verdeutlichen:

- Terrestrische Uferregionen, besonders solche mit starkem Pflanzenwuchs, dienen vielen Vögeln als Brutplätze; z.B. Rohrsänger, Enten, Rallen, Taucher, Schwäne u. a..
- Andere Vögel suchen Uferregionen regelmäßig oder auf dem Zug zur Nahrungsaufnahme oder zur Rast auf, z.B. Graureiher, Gänse, Regenpfeifer, Uferläufer, Stelzen.

- Dicht bewachsene Uferstreifen bieten Wasservögeln Deckung, besonders den Jungtieren. Enten, Rallen, Taucher und andere ziehen sich bei Störungen hierhin zurück.
- Wassernahe Uferbereiche dienen manchen Tieren der Wasserregion als Überwinterungsorte. So können unter Steinen häufig Molche oder Steinfliegenlarven gefunden werden.
- Seeuferbezirke sind Lebensräume von vielen amphibisch lebenden Insekten, wie Libellen, Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen.
- Die Unterwasserregion von Uferpflanzen ist bevorzugter Laichplatz von Fischen und Amphibien, Aufzucht- und Zufluchtort für Jungfische.

Diese Beispiele von mehr oder weniger strenger Bindung von Tierarten an den Seeuferbereich mögen genügen, um aufzuzeigen, daß viele Tiere auf diesen Lebensraum spezialisiert sind und bei negativen Veränderungen in diesem Bereich stark beeinträchtigt werden können.

### 3. Auswirkungen starker Schwankungen des Wasserspiegels

Im Untersuchungsgebiet Edersee wird alljährlich ein Großexperiment durchgeführt, das weiteres Licht in die Fragen der Bindung der einzelnen spezialisierten Uferarten an den Wasserspiegel wirft. Beginnend in den Sommermonaten wird sehr viel Wasser zur Aufrechterhaltung der Wesserschiffahrt in den trockenen Monaten und wegen der späteren Aufnahme der Schmelzwässer abgelassen. Dadurch fallen je nach Hangneigung Uferstreifen zwischen 30 und 300 m trocken.

Dieser relativ plötzliche Rückgang des Wasserspiegels noch während der Aktivitätsperiode der Ufertiere ist selbstverständlich ein gravierender Eingriff in ihren Lebensrhythmus. Je nach Tierart, aber auch je nach Entwicklungsstadium, wird er mehr oder weniger negativ sein. Arten mit einem hohen Anspruch an die Bedingungen des Wasser-raumes werden mit Sicherheit dann starke Einbußen erleiden, wenn sie im unbeweglichen Ei- oder Puppenstadium vorliegen und keine besonderen Schutzvorrichtungen oder -verfahren entwickelt haben, wenn auch die Larven nicht sehr laufaktiv sind oder wenn bei ungünstigen Temperaturbedingungen die erwachsenen Tiere in ihrer Aktivität und damit in ihrer Nachfolgereaktion hinter dem zurückweichenden Wasserspiegel her gehemmt sind.

Die artlichen Unterschiede in der Nachfolgeleistung sind für einige Laufkäferarten in der Abbildung 2 dargestellt. Es zeigt sich, daß einige Arten - die bei einer Körperlänge von 5 - 6 mm relativ klein sind - erhebliche Strecken zurücklegen, um

den feuchten Wasserraum zu erreichen bzw. um ihm zu folgen. Bezeichnenderweise sind das jene Arten, welche die höchsten Populationsdichten erreichen und auch von der Physiologie her ausgezeichnet an eine Ortsveränderung angepaßt sind. So sind vor allem manche *Bembidion*-Arten - in Anpassung an den labilen Lebensraum Seeufer - noch bei wenigen Graden über Null aktiv bzw. werden bei Störungen sofort aktiv. Auch die Flugaktivität ist schon bei mittleren Temperaturen groß. Andere Arten laufen in der Zeit des Trockenfallens bei günstigen Außenbedingungen auch tagsüber an der freien Oberfläche herum, während sie normalerweise unter Steinen verborgen bleiben.

Bei der häufigsten Art, *Bembidion decorum*, müssen - wie frisch geschlüpfte Exemplare beweisen - sogar die Larven die Wanderung mitmachen (STEIN, in Vorber.). Dies gilt vermutlich auch für andere Laufkäfer der Uferregion.

Einige Arten sind, wie die Abbildung demonstriert, offensichtlich nicht in der Lage, sehr weite Strecken zurückzulegen oder sie sind gegenüber Trockenheit toleranter.

Insgesamt ist die hier besprochene Absenkung des Wasserspiegels für alle reinen Uferarten ein Vorgang, der mit hohen Verlusten an Individuen und Energie verbunden ist, zumal die nachgewanderten Tiere vor Einbruch des Winters wieder in die Bezirke der Hochwasserlinie zurückwandern müssen, da sie sonst durch das ansteigende Wasser in ungünstigen Monaten (Februar/März) über- rascht werden würden.

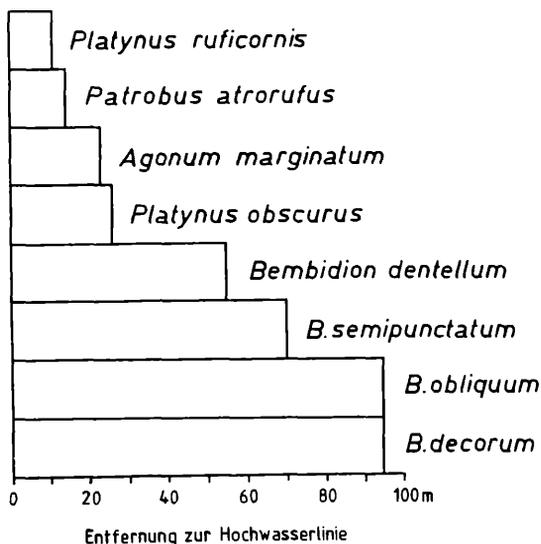


Abbildung 2

Das Nachwandervermögen von Laufkäfern des Seeufers bei Rückgang des Wasserspiegels

Ein Bild über die durch den Wasserrückgang eingeleiteten Prozesse kann man sich machen, wenn man die Besiedlung des freigelegten Seebodens während der Trockenheit untersucht, wie dies von STEIN (1975), besonders ausführlich aber von TAMM (1982 a und b), durchgeführt wurde.

Viele dieser eingewanderten Tiere suchen bei Einbruch niedriger Temperaturen keine anderen Lebensräume auf und werden deshalb bei Ansteigen des Wassers im nächsten Frühjahr überspült und gehen zugrunde, wenn sie nicht vorher ihre Aktivität zurückerlangen. Im Winter findet man unter Steinen des trockengefallenen Hanges nicht selten Schmetterlingslarven, -puppen und Imagines (z.B. den Kleinen Fuchs), Fliegen (vor allem Gattung *Lucilia*), Asseln und Marienkäfer. Über die Verlustquoten bei diesen Tieren und über die Auswirkungen auf die Populationen des gesamten Seegebietes ist nichts bekannt.

Daß die Absenkung des Wasserspiegels auch einen negativen Einfluß auf die Uferpflanzen ausübt, dürfte ebenso sicher sein.

#### 4. Negative Beeinträchtigungen des Lebensraumes Seeufer

Sieht man von dem gerade angesprochenen Sonderfall der ungewöhnlichen Wasserabsenkung ab, so weist auch das normale Seeufer wie jeder Lebensraum natürlicherweise gelegentlich Bedingungen auf, die sich negativ auf die dort lebenden Organismen auswirken, teils weil sie direkt letal sind, teils weil sie den Lebensraum temporär in ungünstiger Weise verändern.

Im Bereich eines Seeufers sind dies vor allen Dingen:

- Wellenschlag
- Wasserhebungen und -senkungen in Überschwemmungs- und Trockenperioden
- Eisgang
- Anschwemmung von Fremdmaterial
- Abbruch an Steilküsten.

Nur selten sind diese Einwirkungen katastrophal für die Tierwelt, weil sie zu den Selektionsfaktoren gehören, die über lange Zeit hinweg Einfluß auf die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Organismen gehabt haben.

Wesentlich gravierender sind dagegen anthropogen bedingte Störungen des Lebensraumes Seeufer. (Zu diesem ganzen Komplex siehe auch BLAB 1986). Sie können wegen ihrer relativ kurzen Einwirkungsperiode nicht oder kaum selektiv gewirkt haben und sind deswegen in ihrer Auswirkung meist - je nach Art - kurzfristig äußerst störend oder verändern den Lebensraum so total, daß die vorkommenden Lebensgemeinschaften weitgehend vernichtet werden (KADNER 1978, ODZUCK 1982).

Als wichtigste Komponenten seien genannt:

- Verbauen von natürlichen Ufern zwecks Uferbefestigung = Verlust von Lebensraum und Verbergmöglichkeit
- Anlage von Uferstraßen, Promenaden und Wegen = Vernichtung ganzer Uferstreifen
- Nutzung von Uferbereichen als Campingplätze, Liegewiesen und Badestrände = Umgestaltung des ganzen Lebensraumes. Schädigung durch Tritt, Lagern, Abreißen von Wasserpflanzen, Störung von Vögeln und Säugern durch Lärm. Allerdings auch verbesserte Nahrungsbedingungen für manche Arten, wie Fliegen, Vögel, Ratten wegen Anhäufung von Abfällen (STEIN 1976, 1983)
- Errichtung von Bootsstegen = Vernichtung ganzer Uferstreifen und ständige Störungen
- Störung durch Angler = Zerstörung der Ufervegetation, Verunreinigung durch Abfälle, Störung von Ufervögeln, Gefährdung größerer Tiere durch abgerissene Angelschnüre (ERLINGER und REICHHOLFF 1974)
- Störung durch Motorboote, Segler und Surfer = Ölausscheidung, Wellenschlag, Lärm bzw. plötzliches geräuschloses Auftauchen und Erschrecken der Ufertiere
- Einleitung von Abwässern = Sauerstoffabsenkung, Giftstoffeinleitung, pH-Veränderungen, Eutrophierung mit allen Folgen für Tiere und Pflanzen
- Unnatürliche Absenkung oder Hebung des Wasserspiegels = Auswirkungen siehe Abschnitt 3.

## 5. Möglichkeiten zum Schutz der Uferfauna

Vorschläge zum Schutz des Lebensraumes Ufer dürfen an den Realitäten nicht vorbeigehen und den Freizeit- und Erholungswert der Seen nicht außer acht lassen. Es müssen Kompromisse gefunden werden, die einerseits den Bedürfnissen der Menschen nach Sport und Entspannung gerecht werden, die aber andererseits den Forderungen des Naturschutzes nach Erhaltung des Lebensraumes für Pflanzen und Tiere - und damit auch für den Menschen - entgegenkommen.

Als Maßnahmen bieten sich u.a. an:

- Einrichtung von totalen Schutzzonen mit reicher Vegetation. Wenn nötig und möglich Neuanlagen, um hier Brutgebiete für Vögel und Laichplätze für Fische zu schaffen
- Sinnvolle Konzentration von Erholungs- und Freizeitanlagen (Campingplätze, Wochenendhausgebiete, Badeplätze, Liegewiesen) an Stellen, an denen eine Störung natürlicher Lebensräume am wenigsten ins Gewicht fällt

- Bei Anlage von Straßen, Promenaden, Wegen und Parkplätzen Einhaltung eines bestimmten Abstandes zum Ufer, um eine Erhaltung oder Ausbildung eines mehr oder weniger natürlichen Uferstreifens zu ermöglichen
- Räumliche und zahlenmäßige Einschränkung der Angeltätigkeit
- Begrenzung des Surfens und Segelns, wobei bestimmte Uferstreifen durch entsprechende Markierungen geschützt werden können. Auch die Ausgabe von Lizenzen könnte regressiver sein. Gleichzeitig würde man hierdurch den oft unmäßigen Verbau der Ufer mit Anlegern vorbeugen
- Verbot des Motorbootverkehrs, wie es auf vielen Seen schon ausgesprochen ist, zumal Motorboote auch den Menschen beim Segeln, Surfen, Schwimmen oder ganz einfach durch ihren Lärm belästigen
- Überprüfung, ob umfangreiche Absenkungen des Wasserspiegels an Talsperren wirklich nötig sind. Durch sie wird nicht nur die Natur äußerst nachteilig betroffen, sondern auch die Anwohner des Gewässers, die vom Fremdenverkehr leben, weil nur noch wenige Ferien- oder Tagesgäste ihren Urlaub an einem mehr oder weniger ausgetrockneten See verbringen wollen.

Da erfahrungsgemäß ein Erreichen der hier geschilderten Forderungen und Ziele auf freiwilliger Basis nicht möglich ist, sind in erster Linie die zuständigen staatlichen Stellen aufgerufen, notwendige Anordnungen zu erlassen. Bei den Gemeinden sollte die Erkenntnis reifen, daß unkontrolliertes Prestigedenken und Gewinnsucht nichts einbringen, wenn sie auf Kosten der - vom Menschen letztlich gesuchten - Natur gehen.

Eine Unterstützung können die angesprochenen Vorhaben in einer sinnvollen Aufklärung der einheimischen Bevölkerung und der Besucher finden. Hinweis- und bebilderte Bestimmungstafeln, Einrichtungen von Beobachtungsstellen und sachkundige Führungen sollten neben Verboten und anderen Regelungen dafür sorgen, daß der Ausverkauf natürlicher Seeufer und der in ihnen lebenden Tier- und Pflanzenwelt nicht noch weitergeht.

Als Beispiel hierfür sei zum Schluß auf die Fulda-Aue in Kassel verwiesen. Auf dem Gelände einer Bundesgartenschau entstand eine Seenlandschaft, in der man einerseits den Bedürfnissen der Bürger gerecht wurde durch Anlage von Liegewiesen, Restaurants, Badestellen, Surfstationen, Bootsverleih u.a.m.. Andererseits findet die Tier- und Pflanzenwelt durch strikte Abtrennung eines Seeteiles einen geschützten Lebensraum. Das regelmäßige Vorkommen von Graureihern, Kiebitzen, Lachmöwen, verschiedenen Entenarten, Schwänen, Tauchern, Rallen, Regenpfeifern, Uferläu-

fern, anderen Vögeln der Gewässer und vielen Kleinvögeln der Uferregion zeigt, daß hier, nur wenige Gehminuten vom Stadtzentrum entfernt, dem Menschen Natur in weitgehender Ungestört-heit geboten werden kann (entsprechende Beob-achtungsstellen sind eingerichtet), was eine un-bedingte Voraussetzung für alle naturschützeri-schen Vorhaben ist.

Bleibt zu hoffen, daß noch viele Gemeinden nach Wegen suchen, ähnliche Begegnungsstätten Mensch - Natur zu schaffen.

## Zusammenfassung

Als Grenzgebiete zwischen aquatischem und ter-restrischem Lebensraum stellen Seeufer besonde-re Anforderungen an die dort lebenden Organismen. Anhand der Laufkäfer eines Seeufers wird demonstriert, wie eng die Bindung der hier vor-kommenden spezialisierten Arten an die Wasserlinie ist und wie sich eine starke Absenkung des Wasserspiegels auswirkt.

Da zahlreiche Tiergruppen diese Abhängigkeit besitzen, müssen negative Beeinträchtigungen der Seeufer weitreichende Folgen für den Bestand dieser Arten haben. Dies trifft vor allem für an-thropogen bedingte Störungen zu, an welche die Tiere nicht angepaßt sind. Verbauen von natürli-chen Ufern, Anlage von Straßen, Bootsstegen und Campingplätzen, Einleitung von Abwässern, Stör-ungen durch Angler oder Motorboote sind die wichtigsten Negativfaktoren.

Zum Schutz der Seeufer und der hier lebenden Tiere und Pflanzen müssen deshalb Maßnahmen ergriffen werden, die einerseits den Bedürfnissen des Menschen nach Sport und Erholung nach-kommen, andererseits aber auch den Lebensraum Seeufer weitgehend erhalten lassen.

## Literatur

ANDERSEN, J. (1968):  
The effect of inundation and choice of hibernation sites of Coleoptera living on river banks. - Norsk ent. Tidsskr. 15, 115 - 133

BLAB, J. (1986):  
Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 24, Bonn - Bad Godesberg. Kilda-Verlag Greven, 2. Aufl.

ERLINGER, G., REICHHOLFF, J. (1974):  
Störungen durch Angler in Wasservogel-Schutzgebieten. - Natur und Landschaft 49, 299 - 300

IRMLER, U. (1981):  
Überlebensstrategien von Tieren im saisonal überfluteten amazonischen Überschwemmungswald. - Zool.Anz. 206, 26 - 38

JENKINS, M.F. (1960):  
On the method by which *Stenus* and *Dianous* (Coleoptera: Staphylinidae) return to the banks of a pool. - Trans.-R.ent.-Soc.London 112, 1 - 14

KADNER, D. (1978):  
Freizeitprobleme an Gewässern. - In: OLSCHOWY, G. (ed.): Natur- und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland, 158 - 167, R. Parey, Hamburg u. Berlin

MEISSNER, R.-G. (1983):  
Zur Biologie und Ökologie der ripicolen Carabiden *Bembidion femoratum* Sturm und *B. punctulatum* Drap. 1. Vergleichende Untersuchungen zur Biologie und zum Verhalten beider Arten. - Zool.JbSyst. 110, 521 - 546

ODZUCK, W. (1982):  
Umweltbelastungen. Belastete Ökosysteme. - Ulmer, Stuttgart

PALMÉN, E. (1945):  
Über Quartierwechsel und submerse Überwinterung einiger terrestrischer Uferkäfer. - Ann.ent.Fenn. 11, 22 - 34

STEIN, W. (1975):  
Untersuchungen über die Besiedlung des zeitweise trockenfallenden Seebodens durch Käfer. - Jahresber.Ökol. Forschungsstation J. Liebig-Univ. (2) 77 - 78

STEIN, W. (1976):  
Fliegen und ihre hygienische Bedeutung in Freizeit- und Erholungsgebieten. - Naturw.Rschau 29, 37 - 42

STEIN, W. (1983):  
Die Beziehungen zwischen Mensch und Tier in Freizeit- und Erholungsgebieten. - Öff.Gesundh.-Wes. 45, 407 - 412

STEIN, W. (1984):  
Untersuchungen zur Mikrohabitatbindung von Laufkäfern des Hypolithions eines Seeufers (*Col.*, Carabidae). - Z.ang.Ent. 98, 190 - 200

TAMM, J. C. (1982a):  
Das jahresperiodisch trockenliegende Eulitoral der Edertalsperre als Lebens- und Ersatzlebensraum. Eine Ökosystemstudie mit terrestrischem Schwerpunkt. Teil I: Abiotische Gegebenheiten, Vegetation, aquatische Fauna. - Arch.Hydrobiol. Suppl. 64, 341 - 398

TAMM, J. C. (1982b):  
Das jahresperiodisch trockenliegende Eulitoral der Edertalsperre als Lebens- und Ersatzlebensraum. Eine Ökosystemstudie mit terrestrischem Schwerpunkt. Teil II: Die terrestrische Fauna. - Arch.Hydrobiol. Suppl. 64, 484 - 553.

TAMM, J. C. (1984):  
Surviving long submergence in the egg stage - a successful strategy of terrestrial arthropod living of flood plains (*Collembola*, *Acari*, *Diptera*). - Oecologia 61, 417 - 419

TAMM, J. C. (1986):  
Temperature-controlled under-water egg dormancy and post flood hatching in *Isotoma viridis* (*Collembola*) as forms of adaptation to annual long-term flooding. - Oecologia 68, 241 - 245

THIELE, H.-U. (1977):  
Carabid beetles in their environments. A study of habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

THIENEMANN, A. (1920):  
Die Grundlagen der Biozönotik und Monards faunistische Prinzipien. - Festschrift Zschokke 4, 1 - 14

## Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Wolfgang Stein  
J. Liebig-Universität  
Ökologische Forschungsstation Edersee  
Alter Steinbacher Weg 44  
D-6300 Giessen

# Konzept zum Monitoring für den Naturschutz im Land Berlin

Harald Fugmann  
Martin Janotta

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Probleme und Aufgaben des Berliner Naturschutzes
3. Konzept zum Monitoringprogramm Berlin - Teil Flora und Fauna
  - 3.1 Ziel
  - 3.2 Auswahl der Organismengruppen
    - 3.3.1 Grundsätzliches
    - 3.3.2 Flora und Vegetation
    - 3.3.3 Fauna
    - 3.3.4 Lebensraumbezogene Parameter
  - 3.4 Grundzüge der Auswertemethodik
  - 3.5 Auswahl der Daueruntersuchungsflächen
  - 3.6 Organisation und Durchführung
4. Zusammenfassung
5. Literatur

### 1. Einleitung

Als Lebensraum für Pflanzen und Tiere nimmt das Land Berlin eine besondere Stellung für den Arten- und Biotopschutz in der Bundesrepublik Deutschland ein.

Die besondere Stellung ergibt sich aus seiner klimatischen Übergangslage zwischen ozeanischem und kontinentalem Klima, für das die relative Niederschlagsarmut (langjährige Jahresmittelniederschläge von 600 mm) und sommerliche Wärme (Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5° C) kennzeichnend sind. Zudem tragen die zahlreichen Nutzungsformen der Großstadt, das Stadtklima sowie die verschiedenartigen Standorte und Böden (Geschiebemergelhochfläche, Talsandebenen, Dünen u.a.) zu einem vielgestaltigen und kleinflächigen Standortmosaik bei. Aufgrund dieser Besonderheiten ist die Naturschutzplanung im Land Berlin auf eigene, den speziellen Gegebenheiten angepaßte Konzepte für den Arten- und Biotopschutz angewiesen.

Der Schutzanspruch für Pflanzen und Tiere besteht in großstädtischen Verdichtungsräumen in gleichem Maße wie in der freien Landschaft. Die Liste der wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen sowie die verschiedener Tiergruppen in Berlin zeigt, daß etwa über die Hälfte des Arteninventars Mitteleuropas (außerhalb der Alpen) in Berlin (West) vertreten ist (HAMPICKE 1987). Zudem gelten allein 358 der 1.280 heute noch in Berlin (West) vorkommenden Pflanzenarten als überregional gefährdet. Diese Angaben zeigen, daß die

Bedeutung des Landes Berlin für den Artenschutz wesentlich höher ist, als es bei einem Ballungsgebiet vermutet werden könnte.

Angesichts der immer noch zunehmenden Intensität städtischer und stadtnaher Flächennutzungen ist mit einer ständigen Umstrukturierung des Artenbestandes, insbesondere mit dem weiteren Rückgang gefährdeter Arten in Berlin (West), zu rechnen. Eine Forderung des Naturschutzes ist es daher, gerade auch im Stadtgebiet den Artenbestand von Flora und Fauna kontinuierlich zu überwachen, um Veränderungen frühzeitig zu erkennen, gegebenenfalls Sofortmaßnahmen einleiten und langfristiges Management planen zu können.

### 2. Probleme und Aufgaben des Berliner Naturschutzes

Die zentrale Aufgabe des Naturschutzes, alle wildwachsenden Pflanzen- und wildlebenden Tierarten in ihren Lebensgemeinschaften in überlebensfähigen Populationen auf Dauer zu sichern (AUHAGEN und SUKOPP 1983), konnte auch in Berlin (West) bisher nicht ausreichend erfüllt werden.

Obwohl die wertvollen und schutzwürdigen Biotope in Berlin (West) seit langem bekannt sind, läuft deren Unterschätzung nur äußerst schleppend. Für die zahlreichen überregional gefährdeten Arten sind bisher nur in sehr unzureichendem Maße Hilfsmaßnahmen eingeleitet worden, obwohl auch deren Standorte weitestgehend erfaßt sind.

Darüber hinaus tut sich die Naturschutzplanung in Berlin (West) schwer, ökologische Erkenntnisse sowie Forderungen in konkrete Handlungen umzusetzen. Dies ist insbesondere auf eine ungenügende Durchsetzungskraft der Naturschutzbelege im Planungsgeschehen und auf vorhandene Lücken im ökologischen Kenntnisstand zurückzuführen.

Mit der Zusammenstellung der "Grundlagen zum Artenschutzprogramm" (1984) konnten zwar wichtige Bausteine der Naturschutzplanung (wie flächendeckende Biotopkartierung; Wert, Pflege und Entwicklung der Biotoptypen; Rote Listen; Gebietssystem u.a.) erarbeitet werden, jedoch konnten die zahlreichen Daten noch nicht entsprechend den landschaftsplanerischen Erfordernis-

sen hinreichend umgesetzt werden. Insbesondere ist festzustellen, daß

- es an erprobten, auf fundierten Daten aufbauenden Konzepten zur Pflege und Entwicklung der Biotopie mangelt,
- ein operables Zielsystem des Naturschutzes fehlt, das in Ziele und Teilziele gegliedert die Handlungsgrundlage für das Artenschutzprogramm darstellt,
- ein Kontrollsystem fehlt, das zum einen in der Lage ist, fortlaufend den Zustand und die Veränderungen im Ökosystem anzuzeigen und zum anderen eine Erfolgskontrolle für die Maßnahmen des Naturschutzes gewährleistet,
- Daten zur Umweltverträglichkeit von Maßnahmen fehlen, die geeignet sind, die Belange des Naturschutzes gegenüber anderen Raumanforderungen besser durchsetzen zu können.

Diese offenen Fragen zu klären, ist eine dringliche Aufgabe des Naturschutzes in Berlin (West). Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege beim Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz hat daher ein Konzept zum Monitoring für den Naturschutz erarbeiten lassen, das zur Klärung dieser Fragen beiträgt. Es soll darüber hinaus die zentralisierte Erfassung und Auswertung der auf Natur und Landschaft bezogenen Daten ermöglichen und der Einrichtung eines Landschaftsinformationssystems dienen.

### 3. Konzept zum Monitoringprogramm Berlin - Teil Flora und Fauna

#### 3.1 Ziele

Im Monitoringprogramm Berlin sollen im Verfahren des "passiven Monitoring" die Artenbestände von freilebenden Pflanzen und Tieren dokumentiert werden. Es soll ein anwendungsorientiertes Programm sein, das der den Zielen des Bundesnaturschutzgesetzes (§ 1) verpflichteten Naturschutzplanung notwendige Handlungsmaßstäbe und -anweisungen liefert. Dabei ist nicht an ein umfassendes und aufwendiges Meßprogramm gedacht, das der exakten Klärung ökosystemorientierter Fragestellungen dient.

Die Ziele des Monitoringprogramms sind auf die Probleme des Naturschutzes in Berlin (West) ausgerichtet (vgl. Punkt 2):

- Dokumentation der Veränderungen im Artenbestand von Flora und Fauna als Indikatoren für veränderte Umweltbedingungen und anthropogene Belastungen
- Ermittlung von ökologischen Kenndaten (Zeigerfunktionen) einzelner Arten oder von Artengruppen bezüglich unterschiedlicher Stand-

ortfaktoren und anthropogener Einflüsse (Bioindikatoren)

- Überwachung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Stadtplanung im Sinne einer Erfolgskontrolle bzw. einer Folgenabschätzung von Eingriffen in die Landschaft.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu dienen, das System "normierter Fakten" auf ökologischer Grundlage auszubauen, zu ergänzen und zu präzisieren, also den jeweiligen Erkenntnisstand zu operationalisieren (BLAB 1988). Sie sollen Lösungen bezüglich der Fragen nach den notwendigen Qualitäten und Flächengrößen von Pflanzen- und Tierlebensräumen aufzeigen und allgemeine Hinweise im Hinblick auf das Wirkungsgefüge eines Ökosystems, dessen komplexe Strukturen, Abläufe und Reaktionen geben.

Indem der Erfolg konkreter Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen oder die Auswirkung bestimmter Eingriffe in den Naturhaushalt durch andere Planungen im Rahmen des Monitoringprogramms kontrolliert werden, können langfristig wissenschaftlich abgesicherte Handlungsanweisungen oder Bewertungsgrundlagen für eine präventive Naturschutzplanung entwickelt werden.

Neben diesen, lediglich auf eine verbesserte Naturschutzplanung abzielenden Aspekten soll das Monitoring die in Berlin (West) bereits bestehenden Umweltmeßnetze ergänzen und als "Teil Flora und Fauna" in das Umweltmonitoring integriert werden. Damit soll der durch Messung der einzelnen Umweltfaktoren erfaßte Zustand der Umwelt bzw. deren Belastungssituation ergänzt werden. Im Mittelpunkt steht hier die Erfassung der Auswirkungen dieser Belastungen auf die Pflanzen- und Tierwelt, deren Indikatoreigenschaften im Umkehrschluß Hinweise auf die wirkenden Umweltfaktoren geben können. Bei dieser Anwendung der Bioindikation muß die Möglichkeit der "schnellen Evolution" (DIERSSEN 1985, S. 317) berücksichtigt werden. Das heißt, daß die Indikatoreigenschaften der Zeigerarten laufend überprüft werden müssen, da sich durch die Bildung resistenter Ökotypen einer Art deren Zeigerfunktion relativieren kann (vgl. SCHUBERT 1985).

#### 3.2 Auswahl der Organismengruppen

Im Monitoringprogramm Berlin sollen die folgenden Organismengruppen dauerhaft untersucht werden:

- Farn- und Blütenpflanzen
- Moose
- Vögel
- Amphibien
- Libellen
- Laufkäfer

- Heuschrecken
- Schmetterlinge
- Hornmilben/Springschwänze.

Die Dauerbeobachtungen sollen auf Ebene der Arten, Populationen und Biozönosen durchgeführt werden. Ausschlaggebend für die Berücksichtigung sowohl der Pflanzen- als auch der Tiergruppen war neben dem gesetzlichen Schutzauftrag insbesondere deren unterschiedliche Lebensweise. Die Pflanzen leben stationär und reagieren auf Umweltveränderungen durch Vorkommen, Fehlen, Kränkeln oder durch Zu- bzw. Abnahme, ohne aktiv den veränderten Bedingungen ausweichen zu können. Der Vorteil bei der Betrachtung der Pflanzenbestände liegt in ihrem unmittelbaren Flächenbezug.

Demgegenüber sind Tiere mobil und in der Lage, aktiv ungünstigen Lebensbedingungen auszuweichen und günstige Lebensräume aufzusuchen. Die Reaktionen auf veränderte Umweltbedingungen finden bei Tieren unmittelbarer statt, wobei deren Aktionsradien je nach Tiergruppe sehr unterschiedlich sind. Zudem gehören Pflanzen und Tiere unterschiedlichen Trophieebenen an. Bei entsprechender Auswahl der Organismengruppen lassen sich die Trophieebenen einer Nahrungskette (Produzenten, Phytophage, Zoophage und Destruenten) auf ihre Reaktion beobachten und analysieren. Daraus lassen sich die unterschiedlichen Ansprüche hinsichtlich eines Lebensraumes ableiten, die bei einer Maßnahme des Naturschutzes miteinander in Einklang zu bringen sind.

Eine Betrachtung möglichst vieler Organismengruppen ist aus Gründen ihrer unterschiedlichen Indikatoreigenschaften und ihrer vielseitigen ökologischen Charakteristika (Standortansprüche, Autökologie u.a.) wünschenswert; eine Einschränkung war jedoch sowohl aus finanziellen und methodischen Gründen als auch durch die begrenzte Anzahl qualifizierter Bearbeiter unumgänglich.

Aus der Tabelle 1 werden die Auswahlkriterien ersichtlich, sie zeigt zudem die Bewertung und Auswahl der für das Monitoringprogramm geeigneten Organismengruppen auf.

### 3.3 Erfassungsmethodik

#### 3.3.1 Grundsätzliches

Bezüglich der Erfassung der ausgewählten Organismengruppen ist die Vergleichbarkeit der Untersuchungen zu gewährleisten. Das bedeutet, daß die Erfassungsmethodik weitgehend standardisiert sein muß, damit unterschiedliche Bearbeiter zu gleichen Untersuchungsergebnissen kommen. Die Untersuchungen sollten immer zu gleichen phänologischen Terminen, auf genau abgegrenzten und markierten Untersuchungsflächen bzw. festgelegten Beobachtungsrouten stattfinden. Es wird eine möglichst genaue Erfassung des voll-

ständigen Arteninventars und der Populationsgrößen angestrebt.

#### 3.3.2 Flora und Vegetation

Die Daueruntersuchungsflächen für die Flora haben eine durchschnittliche Größe von 4 ha. Pro Fläche ist eine Artenliste der vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen und der Moose anzufertigen. Für jede Art sind Angaben zur Häufigkeit (dreistufige Skala entsprechend AG METHODIK... 1986), Biotopstruktur (entsprechend FUGMANN 1987) und zum Zustand der Art (entsprechend ELLENBERG 1956) zu machen.

Die Erfassung der Vegetation erfolgt in Dauerquadraten, bei deren Anlage zwei Verfahren zu unterscheiden sind, die sich bei Daueruntersuchungen bereits bewährt haben (vgl. Abb. 1). Beim ersten Verfahren werden entsprechend der klassischen Vegetationsaufnahme Aufnahmequadrate in homogenen Vegetationsbeständen angelegt. Die Größe der Quadrate orientiert sich am Minimumareal der jeweiligen Pflanzenformation. Dieses Verfahren wird dort eingesetzt, wo feste Vegetationsgrenzen durch Gestaltung oder Pflege vorgegeben sind.

Das zweite Verfahren - orientiert an der von PFADENHAUER u.a. (1986) beschriebenen Vorgehensweise zur Beobachtung geobotanischer Dauerflächen in Bayern - arbeitet mit mehreren, zu einem bevorzugt lückenlosen Transekt vereinten Dauerquadraten, deren Größe je nach Vegetationseinheiten in der Regel zwischen 4 und 16 m<sup>2</sup> betragen. Im Unterschied zum ersten Verfahren werden die Transekte bewußt in Vegetationskomplexen angelegt, um die Übergänge und die kaum eindeutig festzulegenden Vegetationsgrenzen im oft kleinräumigen Vegetationsmosaik zu dokumentieren. Die Größe der Transekte orientiert sich ebenfalls an dem Minimumareal der Pflanzenformation. Die Größe der Dauerquadrate ist abhängig vom Bestand und der im Laufe der Sukzession zu erwartenden Vegetationseinheiten.

Für die Erfassung von Waldstandorten (inklusive der Robinienwäldchen und der Parkbaumbestände) sind aufwendigere Verfahren notwendig, da neben den horizontalen, durch den Standort geprägten Verteilungsmustern der Pflanzendecke die vertikale, standörtliche Faktoren überlagernde Komponente berücksichtigt werden muß. Beibehalten wird die Transektform der Aufnahmefläche, wobei die einzelnen Quadrate jedoch eine Fläche von 10 x 10 m aufweisen sollen. Entsprechend dem von DIERSCHKE und SONG (1982) vorgeschlagenen Verfahren werden neben dem Deckungsgrad der Arten sowie der Höhe und Deckung der Vegetationsschichten zusätzlich die Stammzahl nach Arten, stehende tote Bäume, liegendes Totholz und erhaltene Baumstümpfe aufgenommen.

Tabelle 1

## Eignung der Organismengruppen für ein Monitoring

|   | Bearbeitungsstand | Repräsentanz bzgl. der Biotoptypen | Kenntnis ökologischer Kenndaten | Nachweis der Bodenständigkeit | Möglichkeit quantitativer Erhebung | Untersuchungsaufwand | Personalsituation | Eignung für Monitoring |
|---|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|------------------------|
| Farn- und Blütenpflanzen                    | +                 | +                                  | +                               | +                             | +                                  | +                    | +                 | +*                     |
| Moose                                       | +                 | +                                  | +                               | +                             | +                                  | o                    | o                 | +*                     |
| Flechten                                    | o                 |                                    | +                               | +                             | o                                  |                      |                   |                        |
| <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> |                   |                                    |                                 |                               |                                    |                      |                   |                        |
| Kleinsäuger                                 | +                 |                                    | +                               | -                             | +                                  | o                    | o                 |                        |
| Fledermäuse                                 | o                 | -                                  | +                               | -                             | o                                  |                      | o                 |                        |
| Großsäuger                                  | +                 |                                    | +                               |                               |                                    |                      | o                 |                        |
| Vögel                                       | +                 | o                                  | +                               | +                             | +                                  | +                    | +                 | +*                     |
| Amphibien                                   | +                 | o                                  | +                               | +                             | +                                  | o                    | +                 | +*                     |
| Reptilien                                   | +                 | o                                  | +                               | -                             |                                    |                      | +                 |                        |
| Fische                                      | o                 | o                                  | o                               | -                             | -                                  |                      |                   |                        |
| Libellen                                    | +                 | +                                  | +                               | o                             | o                                  | o                    | o                 | +*                     |
| Käfer                                       |                   | +                                  | o                               | o                             | o                                  |                      |                   |                        |
| Laufkäfer                                   | +                 | +                                  | +                               | o                             | +                                  | o                    | o                 | +*                     |
| Wanzen                                      | -                 | +                                  | o                               | o                             |                                    |                      |                   |                        |
| Heuschrecken                                | o                 | +                                  | +                               | o                             | o                                  | o                    | o                 | +*                     |
| Schmetterlinge                              | +                 | +                                  | o                               |                               | o                                  | o                    | o                 | o*                     |
| Hautflügler                                 |                   | +                                  | o                               | o                             | -                                  |                      |                   |                        |
| Zweiflügler                                 |                   | +                                  | o                               | o                             |                                    |                      |                   |                        |
| Zikaden                                     | -                 | +                                  | o                               | o                             |                                    |                      |                   |                        |
| Webspinnen                                  | +                 | +                                  | +                               | o                             | +                                  | o                    |                   | o                      |
| Landmollusken                               |                   | +                                  | o                               | +                             | +                                  |                      |                   |                        |
| 'Bodenfauna'                                | -                 | o                                  | o                               | +                             | o                                  |                      |                   |                        |
| Hornmilben und Springschwänze               | o                 | +                                  | +                               | +                             | +                                  | o                    | o                 | +*                     |

## Erläuterung:

- + gut, geeignet
- o mäßig, bedingt geeignet
- schlecht, ungeeignet
- \* wurden für Monitoring ausgewählt

Als Aufnahmeverfahren zur Bestimmung der Deckungsgrade in den Dauerquadraten ist die Schätzskala von BARKMAN, DOING und SEGAL (1964) vorgesehen. Sie wurde insbesondere deswegen ausgewählt, weil sie in Berlin bei

den meisten Untersuchungen angewandt wurde und eine präzise Ansprache niedriger Deckungsgrade erlaubt. Zudem ist eine Umrechnung auf andere Schätzskalen möglich (vgl. Abb. 2).

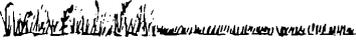
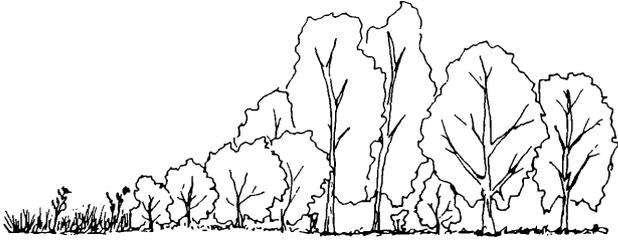
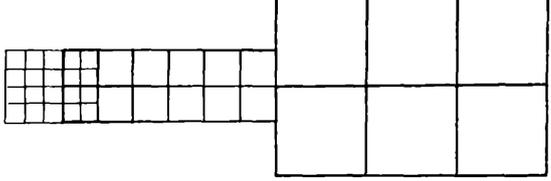
|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
|                                  | Homogene Bestände / Pflegeversuche  | Bestände mit kleinräumigen Vegetationsstrukturen und ohne vorgegebene Vegetationsgrenzen |
| Vegetationsstruktur              |  |        |
| Anordnung der Dauerquadrate (DQ) |  |        |
| DQ-Größe                         | 10 25 m <sup>2</sup>  | 4 m <sup>2</sup> 16 m <sup>2</sup> 100 m <sup>2</sup>                                    |

Abbildung 1

Anlage der Dauerquadrate

| BRAUN-BLANQUET 1964 |                   |                  | SCHMIDT 1974      |  | LONDO 1976 |                   | PFADENHAUER u.a. 1986 |                   |                  | BARKMAN, DOING & SEGAL 1964 |                   |            |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--|------------|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------|-----------------------------|-------------------|------------|
| Skala               | Bereich Deckung % | mittl. Deckung % | Skala = Deckung % |  | Skala      | Bereich Deckung % | Skala                 | Bereich Deckung % | mittl. Deckung % | Skala                       | Bereich Deckung % | Individuen |
|                     |                   |                  |                   |  |            |                   |                       |                   |                  |                             |                   | 1 2        |
|                     | 1                 | 0,5              | 1                 |  | 0,1        | 1                 |                       | 1                 | 0,5              | +p                          | <1                | 3 - 20     |
|                     |                   |                  | 3                 |  | 0,2        | 1 3               | 1a                    | 1 3               | 2                | +a                          | 1 2               | 3 - 20     |
| 1                   | 1 - 5             | 3                | 5                 |  | 0,4        | 3 - 5             | 1b                    | 3 5               | 4                | +b                          | 2 - 5             | 3 - 20     |
|                     |                   |                  |                   |  |            |                   |                       |                   |                  | 1p                          | <1                | 20 - 100   |
|                     |                   |                  |                   |  |            |                   |                       |                   |                  | 1a                          | 1 2               | 20 - 100   |
|                     |                   |                  |                   |  |            |                   |                       |                   |                  | 1b                          | 2 - 5             | 20 - 100   |
|                     |                   |                  |                   |  |            |                   |                       |                   |                  | (3)                         | 2m                | <5 >100    |
|                     |                   |                  | 8                 |  | 1          | 5 - 15            | 2a                    | 5 - 12,5          | 8,75             | 2a                          | 5 - 12,5          |            |
|                     |                   |                  | 10                |  |            |                   |                       |                   |                  |                             |                   |            |
| 2                   | 5 - 25            | 15               | 15                |  | 2          | 15 - 25           | 2b                    | 12,5- 25          | 18,75            | 2b                          | 12,5-25           |            |
|                     |                   |                  | 20                |  |            |                   |                       |                   |                  |                             |                   |            |
|                     |                   |                  | 25                |  |            |                   |                       |                   |                  |                             |                   |            |
| 3                   | 25 - 50           | 37,5             | 30                |  | 3          | 25 - 35           | 3                     | 25 - 50           | 37,5             | 3                           | 25 - 50           |            |
|                     |                   |                  | 40                |  | 4          | 35 - 45           |                       |                   |                  |                             |                   |            |
|                     |                   |                  | 50                |  | 5          | 45 - 55           |                       |                   |                  |                             |                   |            |
| 4                   | 50 - 75           | 62,5             | 60                |  | 6          | 55 - 65           | 4                     | 50 - 75           | 62,5             | 4                           | 50 - 75           |            |
|                     |                   |                  | 70                |  | 7          | 65 - 75           |                       |                   |                  |                             |                   |            |
|                     |                   |                  | 75                |  |            |                   |                       |                   |                  |                             |                   |            |
|                     |                   |                  | 80                |  | 8          | 75 - 85           |                       |                   |                  |                             |                   |            |
| 5                   | 75 - 100          | 87,5             | 90                |  | 9          | 85 - 95           | 5                     | 75 - 100          | 87,5             | 5                           | 75 - 100          |            |
|                     |                   |                  | 100               |  | 10         | 95 - 100          |                       |                   |                  |                             |                   |            |

Abbildung 2

Vergleich verschiedener Aufnahmeverfahren (in Anlehnung an PFADENHAUER u.a. 1986 - ergänzt)

Die Aufnahmehäufigkeit von Flora/Vegetation wurde von der zu erwartenden Zeitskala der Veränderung innerhalb der verschiedenen Biotoptypen abhängig gemacht. Maßgebend war auf relativ ungestörten Flächen die natürliche Dynamik der Vegetationsentwicklung, auf anthropogen stark beeinflussten Flächen der Grad der Belastung. Jährliche Untersuchungen schienen zum einen nicht notwendig, da die Veränderungen in der Regel längerfristig ablaufen, zum anderen wäre der Arbeitsaufwand unverhältnismäßig hoch gewesen. Die Abbildung 3 veranschaulicht die Untersuchungsintervalle.

lichst vollständigen, biotoptypischen Artenspektrums sollte (zumindest potentiell) gewährleistet sein.

Entsprechende Angaben zu Mindestgrößen von Flächen mit biotoptypischem Arteninventar, das sich auch über längere Zeiträume erhalten kann, liegen nur für wenige Organismengruppen vor. Für Vögel wird von einer Flächengröße von 10 - 20 ha ausgegangen; Untersuchungsflächen für Laufkäferzönosen sollten von einer Fläche gleicher Nutzung umgeben sein, die z.B. für Äcker 6 - 8 ha betragen sollte; Untersuchungsflächen, auf denen Hornmilben und Springschwänze untersucht wer-

|                               | Abschrankungen | Becherfallen | Lichtfallen | Quadratfallen | Netzfänge | Bodenproben | Beobachtungen | Verhören |
|-------------------------------|----------------|--------------|-------------|---------------|-----------|-------------|---------------|----------|
| Vögel                         |                |              |             |               |           |             | ●             | ●        |
| Amphibien                     | ●              |              |             |               |           |             | ●             | ●        |
| Libellen                      |                |              |             |               | ●         |             | ●             |          |
| Laufkäfer                     |                | ●            |             |               |           |             |               |          |
| Heuschrecken                  |                | ●            |             | ●             |           |             |               | ●        |
| Schmetterlinge                |                |              | ●           |               | ●         |             | ●             |          |
| Hornmilben und Springschwänze |                |              |             |               |           | ●           |               |          |

Abbildung 3

Übersicht über die zu untersuchenden Organismengruppen und die ausgewählten Erfassungsmethoden

### 3.3.3 Fauna

Im Gegensatz zu den floristisch-vegetationskundlichen Erfassungsmethoden ist bei der Erfassung von Tieren dem Anspruch auf Vollständigkeit des Arteninventars, der Abschätzung der Populationsgrößen und dem genauen Flächenbezug in der Regel viel schwieriger nachzukommen. Die Gründe dafür liegen in ihrer Mobilität und - zumindest teilweise - in ihrer versteckten Lebensweise.

Die von vorneherein existierenden Unzulänglichkeiten können jedoch in Kauf genommen werden, zumal davon auszugehen ist, daß durch die wiederholte Erfassung beim Monitoring die Vollständigkeit der Daten zunehmend erfüllt wird.

Bei der Auswahl von Dauerbeobachtungsflächen für Tiere ist deren Größe und Lage von besonderer Bedeutung. Das Vorhandensein eines mög-

den, sollten 0,5 ha für isolierte, kleinere und 200 m<sup>2</sup> für größere, homogene Flächen nicht unterschreiten.

Zur Bestimmung und Abgrenzung der Lebensräume einzelner Arten oder Artenbestände der ausgewählten Organismengruppen eignet sich die Erfassung der Biotopstruktur. Da die Organismengruppen auf verschiedene Strukturmerkmale oder -qualitäten angewiesen sind, erscheint eine allgemeingültige Strukturkartierung nicht realisierbar. Daher soll auf Grundlage der Liste der Biotopstrukturen Berlins (FUGMANN 1987) für jede Organismengruppe eine weitere Differenzierung erfolgen.

Die Erfassung der Tiergruppen erfolgt mittels quantitativer und halbquantitativer Methoden, die es erlauben, die Populationsgrößen der verschiedenen Tierarten zu bestimmen oder möglichst

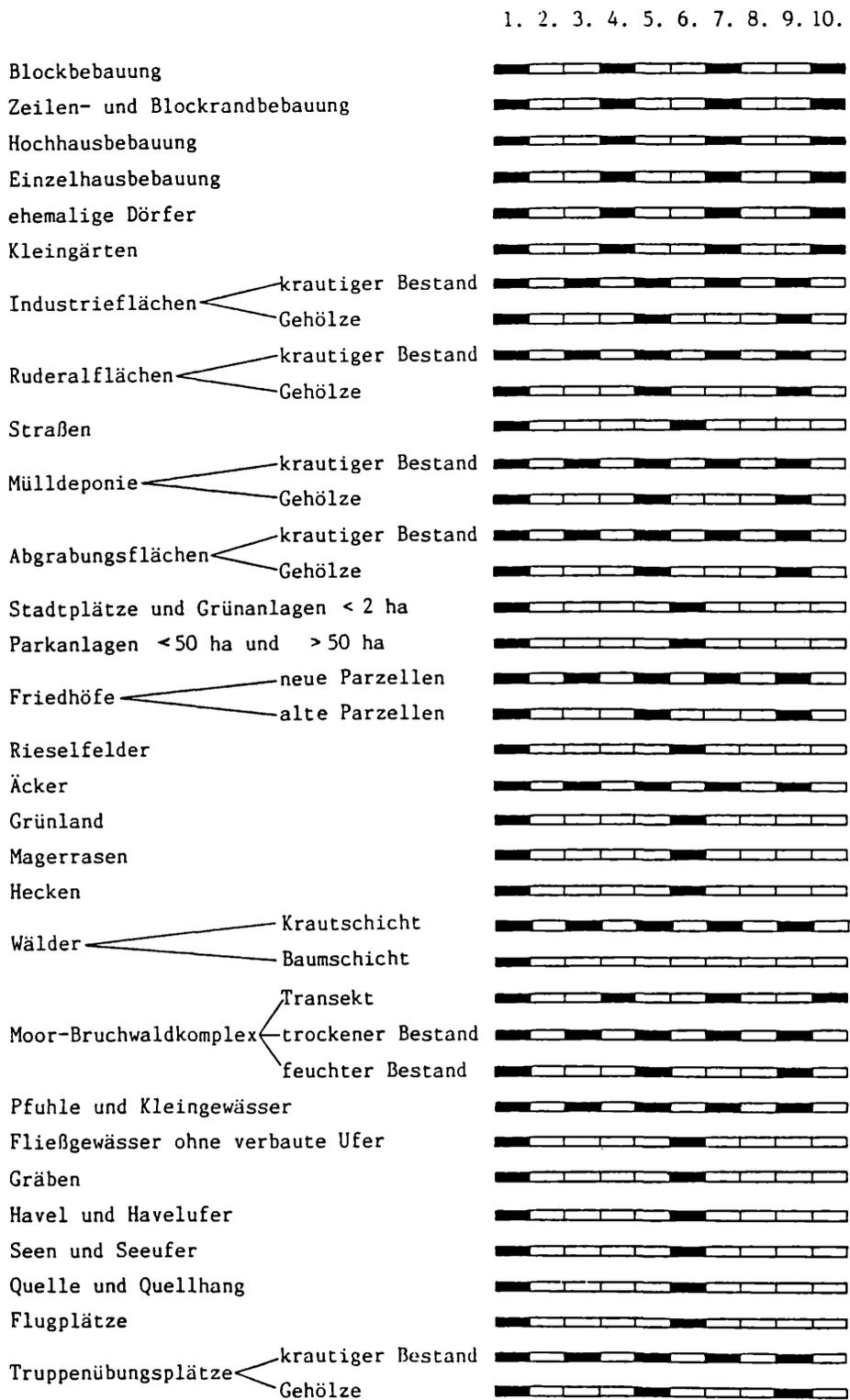


Abbildung 4

Zeitliche Intervalle für floristisch/vegetationskundliche Untersuchungen von Dauerbeobachtungsflächen, unterschieden nach Biotoptypen (idealisiert 10-jähriger Ablauf)

genau abzuschätzen. Um eine einheitliche Vorgehensweise und eine langfristige Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden die Erfassungsmethoden für die jeweiligen Organismengruppen beschrieben, geeignete Erfassungsbögen entworfen und verbindliche standardisierte Häufigkeitsschlüssel erstellt. Die Abb. 4 gibt eine grobe Übersicht der vorgeschlagenen Erfassungsmethoden.

Die Zeitintervalle zwischen den Untersuchungen wurden nur in Abhängigkeit von der jeweiligen Organismengruppe festgelegt (vgl. Abb. 5).

Einer genaueren Betrachtung bedarf die Erfassung der Biotopstruktur. Der Grundgedanke für deren Berücksichtigung ist die Notwendigkeit, Pflanzen- und Tierbestände auf die gleichen Raumeinheiten zu beziehen. Das geschah bislang lediglich auf der Ebene der Biotoptypen. Die Konzeption von Maßnahmen für den Arten- und Biotopschutz erfordert die gleichzeitige Betrachtung der Lebensraumansprüche von Pflanzen und Tieren und ist auf eine stärkere Differenzierung der räumlichen Gegebenheiten des Lebensraumes angewiesen. Die Biotopstrukturen stellen, eher als

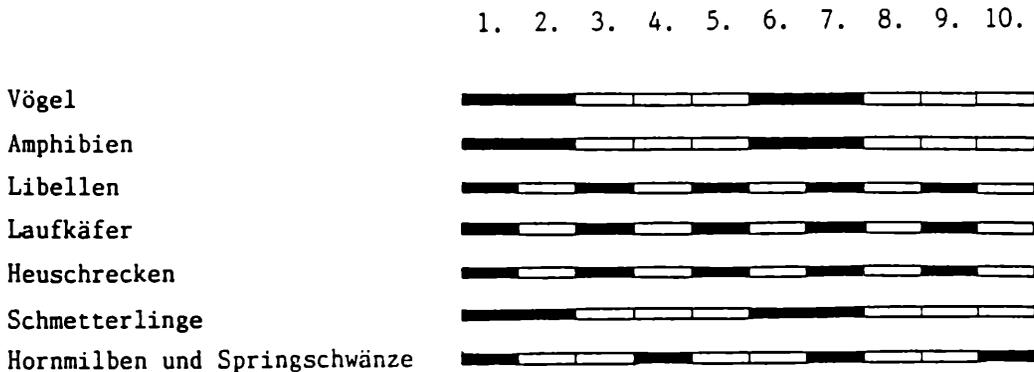


Abbildung 5

Zeitliche Intervalle für die Untersuchung faunistischer Organismengruppen (idealisiert 10-jähriger Ablauf)

### 3.3.4 Lebensraumbezogene Parameter

Obwohl für dieses Monitoringprogramm kein ökosystemanalytischer Ansatz verfolgt wird, sind Daten zu den strukturellen Ausprägungen der Lebensräume, den Standortfaktoren und den menschlichen Einwirkungen (Nutzungen) in das Konzept integriert. Sie sind notwendig, um die Lebensräume zu charakterisieren und um Ursache-Wirkungsbeziehungen und Korrelationen ermitteln zu können. Die Einbeziehung der in Berlin (West) bereits bestehenden Meßprogramme (z.B. Luftgütemeßnetz, Klimameßnetz, Grundwassermeßnetz) und sonstiger bereits vorliegender Untersuchungen (z.B. Bodenuntersuchungen) ist möglich, jedoch ist ihr Aussagewert für kleinräumige Analysen sehr begrenzt, so daß zusätzlich ortsbezogene Erhebungen der wichtigsten Standortparameter notwendig sind.

Die für alle Organismengruppen bedeutenden und zusätzlich zu erhebenden Parameter sind die "Biotopstruktur", die Bodengegebenheiten, die Grundwasserstände und die Flächennutzung. Darüber hinaus werden für die Amphibien und Laufkäfer im Laufe des Untersuchungszeitraumes die Minimum-Maximum-Temperaturen der Bodenoberfläche und für Libellen der pH- und der Sauerstoffgehalt des betrachteten Gewässers untersucht.

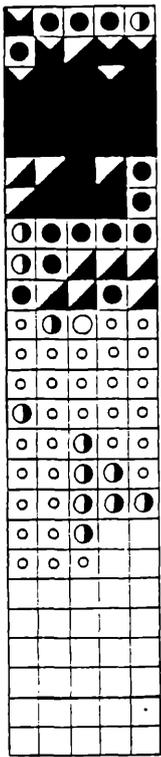
pflanzensoziologische Einheiten, die kleinste gemeinsame Einheit der räumlichen Gliederung aller betrachteten Organismengruppen dar. Diese Raumgliederung kann nach Bedarf für jede Organismengruppe weiter differenziert werden.

Die Biotopstrukturen sollen auf Grundlage der "Liste der Biotopstrukturen Berlins" (FUGMANN 1987) erhoben und in einer Karte dargestellt werden (vgl. Tab. 2). Die vorgefundenen Arten aller untersuchten Organismengruppen sollen nach Möglichkeit den abgegrenzten Biotopstrukturen zugeordnet werden. Auf diese Weise können langfristig auch Biotopstrukturen Teil eines Indikatorsystems für die Naturschutzplanung werden.

### 3.4 Grundzüge der Auswertemethodik

Die Auswertemethodik soll hier nur in ihren Grundzügen dargestellt werden. Sie wird sich erst im Laufe der Bearbeitung verfeinern und konkretisieren lassen. Die Auswahl der Methoden orientiert sich an den Teilzielen des Monitoringprogramms. Die einzelnen Auswerteschritte zur Klärung der übergeordneten Fragen lassen sich grob wie folgt darstellen:

1. Darstellung und Analyse des Zustandes von Flora und Fauna



- Lamium maculatum
- Ficaria verna
- Stachys sylvatica
- Ranunculus languinosus
- Corydalis cava
- Brachypodium sylvaticum
- Aposeris foetida
- Allium rotundum
- Viola mirabilis
- Viola hirta
- Convallaria majalis
- Ulmus glabra K
- Ajuga reptans
- Campanula trachelium
- Fragaria vesca
- Milium effusum
- Maianthemum bifolium
- Carex montana
- Cynanchum vincetoxicum
- Carex alba
- Chrysanthemum corymbosum
- Melica nutans
- Primula veris
- Prunus spinosa
- Viburnum lantana SK
- Ligustrum vulgare SK

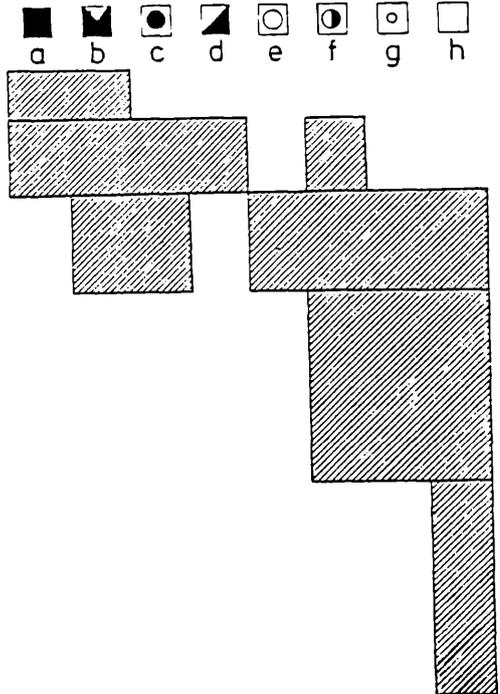


Abbildung 6

Gliederung der Vegetation innerhalb der Dauerbeobachtungsfläche nach tabellarischer Verarbeitung der Quadrataufnahmen und Verteilungsmuster der Einheiten (PFADENHAUER u. BUCHWALD 1987)

- Auswertung der ökologischen Kenndaten
  - Vegetationsanalyse (vgl. Abb. 6)
  - Berechnung von Diversität, Evenness, Dominanz und Abundanz.
2. Vergleich von Untersuchungen einer Dauerfläche
    - Analyse der Bestandsveränderungen
      - Darstellung und Auswertung der Zu- oder Abnahme bzw. des Vorhandenseins oder Fehlens von Arten und Artengruppen (autökologische und populationsökologische Analyse) (vgl. Abb. 7)
      - Analyse der veränderten ökologischen Kenndaten (Zeigerwertanalyse).
  3. Auswertung der Bestandsveränderungen in Verbindung mit den gemessenen Standortparametern
    - Ursache-Wirkungsanalysen, Korrelationsanalysen (vgl. Abb. 8)
      - Ermittlung von ökologischen Kenndaten für einzelne Arten und Artengruppen
      - Ermittlung von Bioindikatoren.
  4. Vergleich lebensraumbezogener Veränderungen
    - auf der Ebene
      - des gesamten Stadtgebietes (Gesamtheit der Dauerflächen)

- der Biotoptypen (vgl. Abb. 9)
- der Biotopstrukturen
- Ermittlung von Belastungsschwerpunkten.

In weitergehenden Auswerteschritten muß es darum gehen, die gewonnenen Erkenntnisse zu operationalisieren, um sie schnell und präzise in Handlungsanweisungen und konkrete Maßnahmen umsetzen zu können.

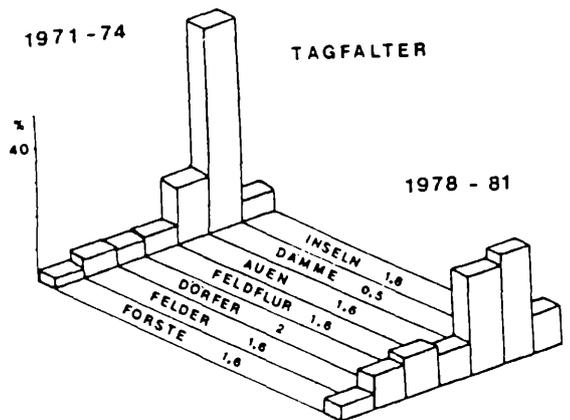


Abbildung 9

Veränderung der Tagfalter-Häufigkeit von 1971-1974 auf 1978-1981 in den verschiedenen Lebensraumtypen (Änderungsfaktor) (REICHHOLF 1986)

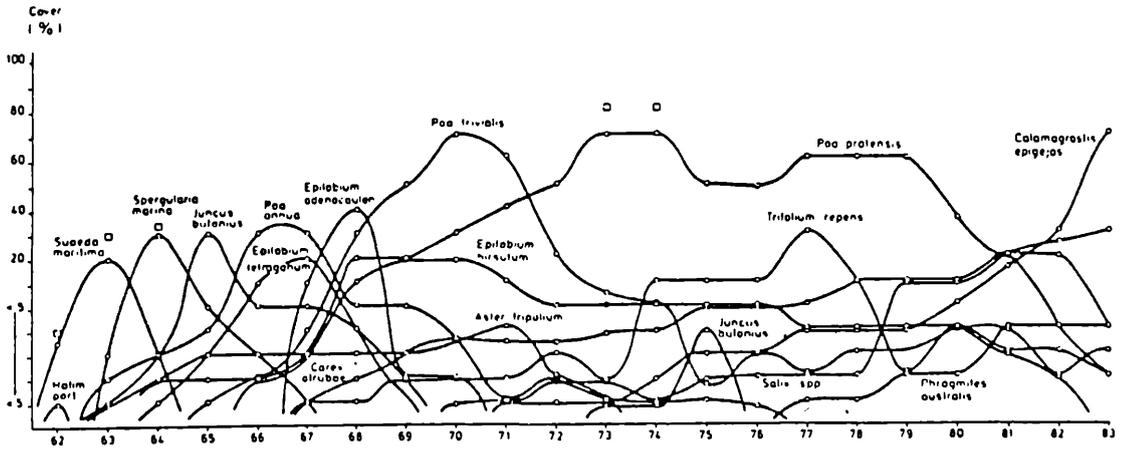


Abbildung 7

Zeitliche Verteilungsmuster der Sukzession, das die Dominanzveränderung der wichtigsten Arten in einem Dauerquadrat zeigt.

□ zeigt den Gesamtdeckungsgrad aller Arten in % an (HOGEWEG u.a. 1985)

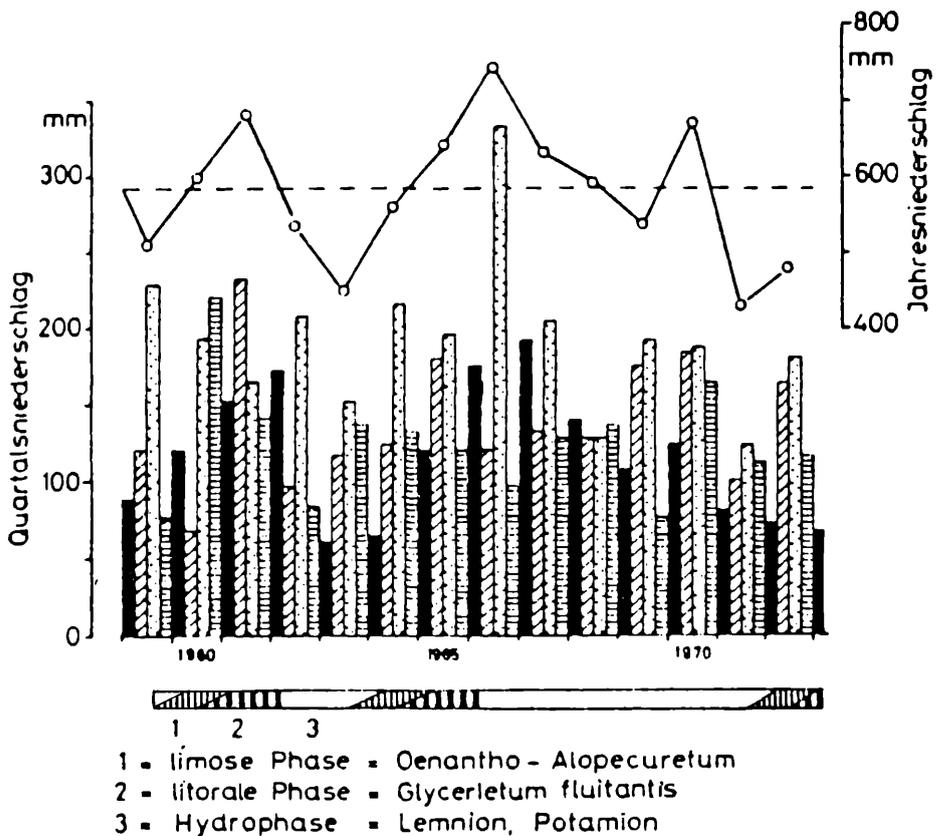


Abbildung 8

Vegetationsentwicklung und Niederschlagsregime (EBER 1975)

Tabelle 2

## Liste der Biotopstrukturen

| Biotopstrukturgruppe / Biotopstruktur              |   |
|--|---|
| <b>A: Biotopstrukturen der Gewässer</b>            |   |
|  | 01- offene Wasserfläche ohne submerse Wasserpflanzen  |
|  | 02- Bestand aus submersen Wasserpflanzen  |
|  | 03- Schwimmblattpflanzenbestand   |
|  | 04- Schwingrasenbestand   |
|  | 05- Röhricht  |
|  | 06- Spundwand   |
|  | 07- Steinpackung  |
|  | 08- Steinböschung   |
| <b>B: Biotopstrukturen der Bäume und Sträucher</b> |   |
| Gehölze und Hecken                                 | 01- Gehölzanzpflanzung  |
|  | 02- Gebüsch auf trockenem bis frischem Standort   |
|  | 03- Gebüsch auf feuchtem bis nassem Standort  |
|  | 04- Gehölz auf trockenem bis frischem Standort  |
|  | 05- Gehölz auf feuchtem bis nassem Standort   |
|  | 06- Obstgehölz  |
|  | 07- Ziergehölz/Zierhecke  |
|  | 08- Zwerggehölz   |
|  | 09- Niederhecke   |
|  | 10- Hochhecke   |
|  | 11- Baumhecke   |
| Bäume  | 12- Einzelbaum auf trockenem bis frischem Standort  |
|  | 13- Einzelbaum auf feuchtem bis nassem Standort   |
|  | 13- Baumreihe auf trockenem bis frischem Standort   |
|  | 15- Baumreihe auf feuchtem bis nassem Standort  |
|  | 16- Baumallee   |
|  | 17- Baumgruppe auf trockenem bis frischem Standort  |
|  | 18- Baumgruppe auf feuchtem bis nassem Standort   |
|  | 19- Hain auf trockenem bis frischem Standort  |
|  | 20- Hain auf feuchtem bis nassem Standort   |
|  | Wälder  |
| 22- Dichtung aus Laubbäumen                        |   |
| 23- Dichtung aus Nadelbäumen                       |   |
| 24- Stangenholz aus Laubbäumen                     |   |
| 25- Stangenholz aus Nadelbäumen                    |   |
| 26- mittleres Baumholz aus Laubbäumen              |   |
| 27- mittleres Baumholz aus Nadelbäumen             |   |
| 28- starkes Baumholz aus Laubbäumen                |   |
| 29- starkes Baumholz aus Nadelbäumen               |   |
| 30- Altholz aus Laubbäumen                         |   |
| 31- Altholz aus Nadelbäumen                        |   |
| 32- Lichtung                                       |   |
| <b>C: Biotopstrukturen der offenen Landschaft</b>  |   |
|  | 01- offenes Moor  |
|  | 02- hochwüchsige Wiese auf frischem Standort  |
|  | 03- hochwüchsige Wiese auf feuchtem Standort  |
|  | 04- hochwüchsiger, horstartiger Großseggenbestand   |
|  | 05- hochwüchsiger, geschlossener Großseggenbestand  |
|  | 06- niedriger, geschlossener Grasbestand mit kurzzeitiger Überflutung   |
|  | 07- niedriger, lückiger Grasbestand auf trockenem Standort  |
|  | 08- Weide   |
|  | 09- Ruderalflur   |
|  | 10- Hochstaudenflur auf trockenem bis frischem Standort   |
|  | 11- Hochstaudenflur auf feuchtem bis nassem Standort  |
|  | 12- Feldrain  |
|  | 13- Acker   |
|  | 14- Gebüsch- und Waldsaum   |
|  | 15- offenliegender Boden  |
|  | 16- vertikaler Erdaufschluß   |
|  | 17- Schutt-, Kies-, Sand- oder Erdaufschüttung  |
| <b>D: Biotopstrukturen des urbanen Raumes</b>      |   |
|  | 01- Trittrasen  |
|  | 02- Zierrasen   |
|  | 03- Nutzbeet  |
|  | 04- Zierbeet  |
|  | 05- extensiv gepflegtes Straßengeleitgrün   |
|  | 06- intensiv gepflegtes Straßengeleitgrün   |
|  | 07- Efeugrabber   |
|  | 08- Erdgräber   |
|  | 09- Urnengräber   |
|  | 10- Erbbegräbnisse  |
|  | 11- unversiegelter Weg/Platz  |
|  | 12- Schotterfläche  |
|  | 13- versiegelte Fläche *  |
|  | 14- bebaute Fläche  |
|  | 15- Ruine   |
|  | 16- Mauer   |
|  | * bei der Erhebung von Höfen, Gärten und Vorgärten ist der Grad der Versiegelung anzugeben:<br>0 - 25%<br>25 - 50%<br>50 - 75%<br>75 - 100% |

DEFINITION DER BIOTOPSTRUKTUREN siehe nächste Seite

## DEFINITION DER BIOTOPSTRUKTUREN

- |      |  |
|------|--|
| A01- | offene Wasserfläche ohne Pflanzenbestand<br>Stehendes oder fließendes Gewässer ohne erkennbaren Pflanzenbewuchs am Gewässergrund   |
| A02- | Bestand aus submersen Wasserpflanzen<br>Bestand aus Wasserpflanzen, deren Blätter sich unmittelbar auf bzw. unmittelbar unter der Wasseroberfläche stehender oder fließender Gewässer befinden |
| A03- | Schwimblattpflanzenbestand<br>Bestand aus Wasserpflanzen, die entweder frei im Wasser schwimmen oder am Grund wurzeln, aber auch auf der Wasseroberfläche liegende Schwimblätter besitzen      |
| A04- | Schwingrasenbestand<br>Bestand aus auf der Wasseroberfläche schwimmenden Pflanzen, die ein Geflecht bilden und bei der Verlandung von eutrophen, flachen und ruhigen Gewässern entstehen       |

### 3.5 Auswahl der Daueruntersuchungsflächen

Die Liste der Daueruntersuchungsflächen umfaßt insgesamt 81 Biotope aus 30 von insgesamt 57 Biotoptypen (AG ARTENSCHUTZPROGRAMM 1985), die zusammen ungefähr 1 % der Gesamtfläche des Landes Berlin einnehmen. Es ist vorgesehen, auf allen Flächen die Farn- und Blütenpflanzen zu untersuchen. Die Tiergruppen werden nur in Biotoptypen untersucht, die auch ein spezifisches Artenspektrum erwarten lassen; darüber hinaus mußte die Anzahl der Flächen aufgrund mangelnder geeigneter Bearbeiter zusätzlich reduziert werden.

Die Dauerflächen wurden aus der Gesamtheit der Biotope Berlins ausgewählt. Als Grundlage diente die Biotoptypenkarte aus den "Grundlagen zum Artenschutzprogramm Berlin" (AG ARTENSCHUTZPROGRAMM 1984). Die darin enthaltenen Biotoptypen wurden in einer überarbeiteten Einteilung zu 34 Biotoptypen zusammengefaßt (FUGMANN u.a. 1986). Die Auswahl der Dauerflächen erfolgte entsprechend der in Abbildung 10 dargestellten Vorgehensweise und nach folgenden Kriterien:

#### – Datengrundlage

Damit möglichst frühzeitig Diagnosen für Bestandsveränderungen getroffen werden können, wurden vorzugsweise die Flächen ausgewählt, für die bereits ökologische Daten erhoben wurden.

#### – Lage im Stadtgebiet

Damit einerseits die verschiedenen Standortgegebenheiten und die unterschiedlichen Stadtzonen (nach KUNICK 1974) repräsentiert werden und andererseits ein flächendeckendes Gesamtbild hergestellt werden kann, wurden die Flächen möglichst gleichmäßig über das Stadtgebiet verteilt.

#### – Berücksichtigung aller Biotoptypen

Damit für jeden Biotyp spezifische Aussagen (z.B. biotopspezifisches Artenspektrum, Populationsgrößen, bestimmende Lebensraumelemente) gemacht werden können, wurden fast alle Biototypen berücksichtigt.

Schließlich wurden die Biotope zielorientiert nach folgenden Gesichtspunkten kategorisiert und die geeigneten als Dauerflächen ausgewählt:

#### – Biotope mit Repräsentanz für das Stadtökosystem

Damit Aussagen zu den Ein- und Auswirkungen von großstadtspezifischen Belastungen auf Pflanzen und Tiere gemacht werden können, wurden Flächen ausgewählt, die charakteristische städtische Lebensräume darstellen und dabei den typischen großstädtischen Nutzungen ausgesetzt sind.

#### – Biotope mit Bedeutung für den Naturschutz

Damit die Auswirkungen von Umwelteinflüssen möglichst frühzeitig indiziert werden, wurden Flächen ausgewählt, die von lokaler oder regionaler Bedeutung für den Naturschutz sind. Sie weisen eine hohe Anzahl von stenöken Arten auf und deren Artenspektrum reagiert entsprechend sensibel auf Umweltveränderungen. Darunter befinden sich vornehmlich auch Flächen, auf denen überregional gefährdete Arten vorkommen.

#### – Biotope mit struktureller Veränderung

Damit der Erfolg von Maßnahmen des Naturschutzes kontrolliert und Grundlagen für Prognosen im Rahmen von Umweltverträglichkeitsstudien sowie für die Festsetzung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen geschaffen werden können, wurden die Flächen ausgewählt, auf denen spezielle Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen des Naturschutzes durchgeführt wurden bzw. werden oder deren Biotopstruktur durch Maßnahmen anderer Fachplanungen verändert werden.

### 3.6 Organisation und Durchführung

Das Monitoringprogramm Berlin - Teil Flora und Fauna soll als Daueraufgabe vom Land Berlin, Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz (SEN STADT UM) übernommen werden. Zu Beginn dieses Programms ist die Bildung einer festen Arbeitsgruppe vorzunehmen, die dem SEN STADT UM angeschlossen werden sollte. Dieser

Arbeitsgruppe sollen ein Koordinator, ein Landschaftsplaner, ein Botaniker, ein Zoologe und eine EDV-Fachkraft angehören.  
Neben der Projektleitung und -koordination fällt ihr das interdisziplinäre Aufgabengebiet "Datenverarbeitung/Korrektur der Erhebungs- und Auswertemethodik/Statistik/Dokumentation der Untersuchungsergebnisse/Auswertung und Umsetzung" zu. Darüber hinaus sind von ihr die vorhandenen Daten aus anderen Meßnetzen zusammenzustellen und die Erhebung der Nutzung auf jeder Daueruntersuchungsfläche durchzuführen.

#### 4. Zusammenfassung

Für das Land Berlin wird ein Konzept zum Monitoring für den Naturschutz vorgestellt. Mittels einer fortlaufenden Kontrolle der Artenbestände von ausgewählten Pflanzen- und Tiergruppen sollen deren Veränderungen dokumentiert und veränderte Umweltbedingungen indiziert werden. Darüber hinaus sollen - ähnlich den Zeigerwerten der Pflanzen - für weitere Organismengruppen ökologische Kenndaten ermittelt und ein Indikatortestsystem aufgebaut werden; Maßnahmen des Na-

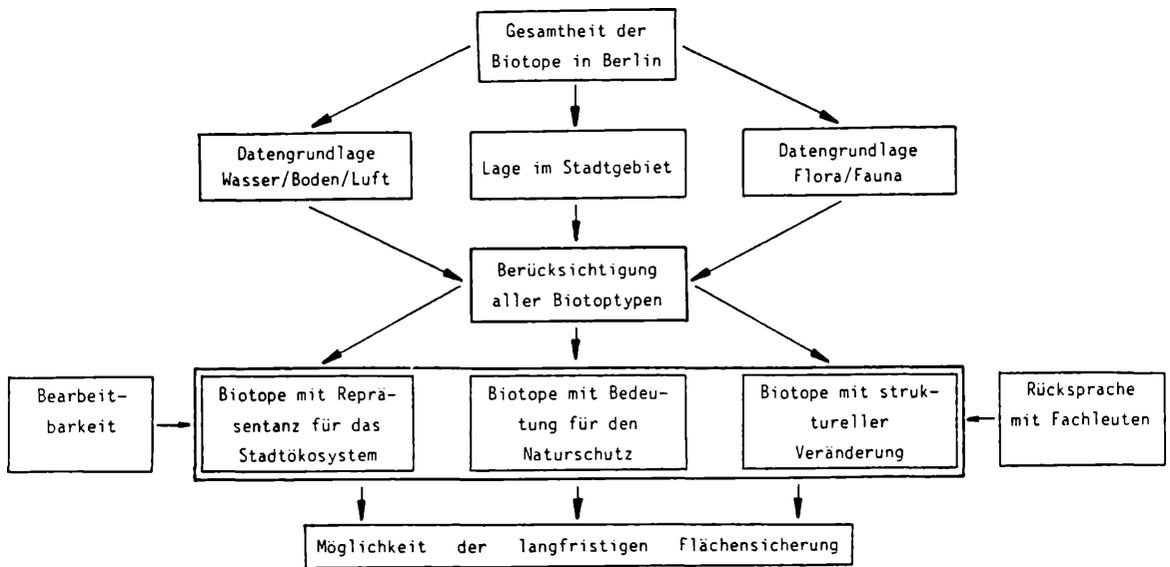


Abbildung 10

#### Kriterien und Vorgehensweise zur Auswahl der Daueruntersuchungsflächen

Ziel der Arbeitsgruppe muß es sein, die Ergebnisse des Untersuchungsprogramms in konkrete Handlungsanweisungen umzusetzen, d.h. Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen zu konzipieren, Richtlinien für die Stadt- und Umweltplanung festzulegen und Bewertungsgrundlagen für die Erstellung von Umweltverträglichkeitsprüfungen sowie für die Festsetzung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zu schaffen.

Die Geländeerhebungen für jede Organismengruppe und der Struktur werden durch Gutachter oder vorzugsweise durch einen festen Mitarbeiterstab der entsprechend zu erweiternden Arbeitsgruppe vorgenommen.

Der gesamten Datenverarbeitung liegt ein Datenverwaltungssystem zugrunde, für das entsprechend den Anforderungen der Datenerfassung und -auswertung sowie der Abschätzung der zu erwartenden Datenmenge eine Konfiguration für die Hard- und Software vorgeschlagen worden ist. Eine Schnittstelle ermöglicht den Zugriff auf Daten anderer Umweltmeßnetze.

turschutzes und der Stadtplanung sollen auf ihren Erfolg bzw. deren Folgewirkungen hin untersucht werden. Es sind Dauerbeobachtungsflächen mit einer durchschnittlichen Flächengröße von 4 ha vorgesehen. Auf allen Flächen werden Flora und Vegetation, nur auf einem Teil der Flächen auch unterschiedliche Tiergruppen untersucht.

Für die Gesamtfläche werden Artenlisten der Flora erstellt, die Erfassung der Vegetation erfolgt in einzelnen oder in zu Transekten vereinten Dauerquadraten. Für die unterschiedlichen Tiergruppen werden die in Berlin praktizierten Aufnahmeverfahren vorgeschlagen. Für alle Organismengruppen wurden verbindliche Häufigkeitsschlüssel und zeitliche Untersuchungsintervalle bestimmt.

Neben der Erfassung des biotischen Teils der Umwelt sollen auch die abiotischen Parameter Biotopstruktur, Bodengegebenheiten, Grundwasserstände und die Flächennutzung im Hinblick auf Ursache-Wirkungsbeziehungen und mögliche Korrelationen ermittelt werden. Die Auswerteme-

thoden werden in ihren Grundzügen dargestellt. Für das Monitoringprogramm wurden 81 Dauerbeobachtungsflächen aus 30 von insgesamt 57 Biotoptypen ausgewählt. Zu allen Flächen liegen bereits ökologische Daten vor; sie sind gleichmäßig über das gesamte Stadtgebiet verteilt. Insbesondere wurden Flächen berücksichtigt, die charakteristische Lebensräume des Stadtgebietes darstellen, auf denen Maßnahmen zum Arten- und Biotop-schutz durchgeführt werden und auf denen strukturelle Veränderungen stattfinden oder stattgefunden haben.

Das Monitoringprogramm soll dem Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz als Daueraufgabe übertragen werden. Die Organisation und Durchführung soll von einer neu zu bildenden Arbeitsgruppe übernommen werden, die auch für die Datenverarbeitung und -auswertung zuständig sein soll.

## 5. Literatur

AG ARTENSCHUTZPROGRAMM BERLIN (1984): Grundlagen für das Artenschutzprogramm Berlin, Bd. 1 - 2, Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 23, Berlin.

AG "METHODIK DER BIOTOPKARTIERUNG IM BESIEDELTEN BEREICH" (1986): Flächendeckende Biotopkartierung im besiedelten Bereich als Grundlage einer ökologisch bzw. an Naturschutz orientierten Planung. - In: Natur und Landschaft, 61 (10).

AUHAGEN, A. und H. SUKOPP (1983): Ziele, Begründungen und Methoden des Naturschutzes im Rahmen der Stadtentwicklungspolitik. - Natur und Landschaft, 58, Heft 1, S. 9 - 15.

BARKMANN, J.J., DOING, H. und S. SEGAL (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. - Acta bot. neerl. 13, S. 394 - 419.

BLAB, J. (1988): Bioindikation und Naturschutzplanung. - Natur und Landschaft 63, Heft 4, S. 147 - 149.

DIERSCHKE, H. und Y. SONG (1982): Vegetationsgliederung und kleinräumige Horizontalstruktur eines submontanen Kalkbuchwaldes. - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Struktur und Dynamik von Wäldern Ber. Internat. Symp. IVV Rinteln 1981, S. 513 - 539, Vaduz.

DIERSSEN, K., U. MIERWALD und J. SCHRAUTZER (1985): Hemerobiestufen bei Niedermoorgesellschaften. - Tüxenia Nr. 5, S. 217 - 229.

EBER, W. (1974): Vegetationsentwicklung auf trockengefallenem Schlamm von Westberliner Kleingewässern. - Ber. Int. Sympos. Rinteln, S. 335-364

ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationsgliederung. - In: WALTER, H., "Einführung in die Phytologie", I. Teil des Bandes IV.; Stuttgart.

FUGMANN, H. (1987): Untersuchung zur Erstellung einer Kartieranleitung "Biotopstrukturen in Berlin" und Vereinheitlichung von Häufigkeitsschlüsseln als Grundlage für ein Monitoringprogramm - im Auftrag des Sen Stadt Um, Abt. III.

FUGMANN, H., JANOTTA, M. und Ch. SCHNEIDER (1986): Gutachten über ein mittelfristiges Forschungskonzept "Naturschutz-Berlin" - im Auftrag des Sen Stadt Um, Abt. III.

FUGMANN, H., M. JANOTTA und W. SCHMIDT-RENEKAMP (1987): Monitoringprogramm Berlin - Teil Flora und Fauna - Konzept. - Gutachten im Auftrag des Senators für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin, S. 195 und Anhang.

HAMPICKE, U. (1985): Die volkswirtschaftlichen Kosten des Naturschutzes in Berlin. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Nr. 35, Berlin, S. 545

HOGEWEG, P., HESPER, B., van SCHAIK, C.P. und W.G. BEEFTINK (1985): Patterns in Vegetation Succession, an ecomorphological Study. - In: WHITE, J. (ed.): The Population Structure and Vegetation, 1985, S. 637 - 666.

KUNICK, W. (1974): Veränderungen von Flora und Vegetation einer Großstadt, dargestellt am Beispiel Berlin (West). - Diss. TU Berlin.

PFADENHAUER, J. und R. BUCHWALD (1987): Anlage und Aufnahme einer geobotanischen Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Echinger Lohe, Lkrs. Freising. - Manuskript (für Ber. d. ANL, 11, 1987).

PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P. und R. BUCHWALD (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern, Teil I. Methodik der Anlage und Aufnahme. - In: Berichte der ANL 10, S. 41 - 60.

REICHHOLF, J. (1986): Tagfalter: Indikatoren für Umweltveränderungen. - In: Ber. ANL 10, S. 159 - 169.

SCHUBERT, R. (Hrsg.) (1985): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. Jena, S. 327.

### Anschrift der Verfasser:

Harald Fugmann  
Martin Janotta  
Arbeitsgemeinschaft Ökologie u. Landschaftsentwicklung  
Hasenheide 54  
D-1000 Berlin 61

# Konzeptionelle Betrachtungen zum Forschungsprojekt "Untersuchungen über die Eignung funktioneller biozönotischer Eigenschaften zur Charakterisierung und Bewertung von Seen, insbesondere unter dem Aspekt der In-Schutz-Stellung".

Otto Siebeck

## 1. Vorbemerkungen: Schutz den Naturschutzgebieten!

Naturschutzgebiete werden überall auf der Welt meist aufgrund ihrer landschaftlichen Schönheit, ihres verhältnismäßig naturnahen Zustandes und der in ihnen vorkommenden seltenen oder gar vom Aussterben bedrohten Arten ausgewählt. In unserem dichtbesiedelten, hochindustrialisierten Land ist das beabsichtigte Schutzziel, wenn überhaupt, so nur mit Einschränkungen zu erreichen.

Entweder gibt es anthropogene Einflüsse, die vom Umfeld ausgehen und vor allem in den meist viel zu kleinen Naturschutzgebieten zu erheblichen Schäden führen oder es sind intern entstehende Beeinträchtigungen. Letztere kommen durch herkömmliche Nutzungsrechte, hohe Besucherzahlen u.a. zustande. So stellt sich in vielen Fällen auch nach der Unterschutzstellung die Aufgabe, Schäden möglichst frühzeitig zu erkennen, ihre Ursachen aufzuspüren, gegebenenfalls zu eliminieren oder wenigstens die Folgen einzudämmen, um den angestrebten Schutz zu sichern.

Ogleich die Ausweisung von Naturschutzgebieten der totalen Ausnutzung des übrigen, nicht ausdrücklich geschützten Landes keinen Vorschub leisten darf, besteht kein Zweifel, daß im Falle der Naturschutzgebiete ein kompromißloser Schutz durchgesetzt werden muß (vgl. MARKL 1986). Das ist keine übertriebene Forderung, wenn man bedenkt, daß sie sich in der Bundesrepublik Deutschland vorläufig auf ca. 1,1 % ihrer Gesamtfläche bezieht.

Der Politiker muß wissen, daß diese Forderung nicht mit jenen der zahlreichen Interessenverbände gleichzusetzen ist, die jeweils ihre eigenen, spezifischen Anliegen verfolgen. Sie ist vielmehr als eine prinzipielle Forderung eines jeden einzelnen von uns an unsere Gesellschaft zu verstehen, auch wenn sie de facto nur von einer Minderheit vorgebracht wird.

Das in der Konfrontation mit wirtschaftlichen Interessen in der Regel verdrängte ethische Argument der Ehrfurcht vor dem Leben, das Albert SCHWEITZER (vgl. ALTNER 1979) mit dem

Satz "Ich bin das Leben, das leben will, inmitten von Leben, das leben will" ebenso einfach wie treffend formuliert hat, steht schon lange nicht mehr für sich allein: Wir werden täglich mit neuen Folgen der totalen Nichtbeachtung dieser Maxime konfrontiert. Die prinzipielle Problematik unseres Verhaltens hat sich in unzählige Teilprobleme aufgespalten, die an ihrer Wurzel kaum noch zu fassen sind.

Viele Schäden, die wir in unserer Umwelt und unserer Gesundheit beobachten, lassen sich nach Aufdeckung einer Ursache-Wirkung-Beziehung "reparieren". Mitunter lassen sich sogar deren Ursachen vermeiden. Mehr und mehr wird jedoch deutlich - das sog. Wald- und das Robbensterben sind Beispiele dafür -, daß das Zustandekommen spezieller Schäden als Manifestation einer undurchschaubaren Gesamtschädigung des jeweils betroffenen Ökosystems zu werten ist.

So ist neben allen anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen gerade auch die Ökosystemforschung herausgefordert. Das bedeutet u.a., daß es neben der so faszinierend erfolgreichen reduktionistischen Forschungsmethodik auch eine holistisch orientierte Forschungsmethodik geben muß. Nur so kann man vermeiden, daß die Forschung unablässig zu immer kleineren Objekten - von Lebensgemeinschaften zu Populationen, Individuen, Organen, Geweben usw. - führt, die man unterhalb der Stufe der Individuen den nicht-ökologisch orientierten naturwissenschaftlichen Disziplinen zuteilen muß, deren Ergebnisse aber immer schwieriger einzuordnen sind, wenn es um das Verständnis ökosystemarer Vorgänge geht.

Ausgehend von der Tatsache, daß Veränderungen in Ökosystemen meist nicht auf einfache Ursache-Wirkung-Beziehungen zurückgeführt werden können (SCHURZ 1987), muß man versuchen, die für das System wesentlichen Teilsysteme aufzuspüren, ihre Eigenschaften beschreiben und ihre Beziehungen untereinander in Modellvorstellungen prüfen. Das ist ein gangbarer Weg, um Ökosysteme zu beschreiben und verstehen zu lernen, ohne daß die Funktion der beteiligten Arten im Detail schon zuvor geklärt sein muß.

Die reduktionistische Methode ist aber nicht überholt. Sie bleibt überall dort, wo sie erfolgreich ist. Aus dem Bereich der ökologischen Forschung werden ihr durch die Ergebnisse der holistischen Vorgehensweise sicher auch Fragestellungen präsentiert werden, die aus ihren eigenen Ergebnissen nicht ohne weiteres abgeleitet werden können.

Wo aber ist es in unserem Lande noch möglich, ungeschädigte Ökosysteme zu erforschen, wenn nicht in jenen Naturschutzgebieten, die man noch als verhältnismäßig naturnah bezeichnen kann? So besehen sind Naturschutzgebiete nicht nur Refugien für intakte Lebensgemeinschaften, sondern auch für Ökosystemanalysen, deren Stellenwert innerhalb der Vielzahl unterschiedlicher umweltorientierter Forschungsrichtungen in Zukunft zweifellos wachsen wird.

Auch das ist ein Grund, daß in Naturschutzgebieten überall dort, wo er nicht von vornherein schon aussichtslos ist, optimaler Schutz angestrebt wird, denn was wir hier lernen, wird uns für die immer notwendigere Hege und Pflege der übrigen Landschaft unentbehrlich sein.

## 2. Welche Natur wollen wir schützen?

Es gibt keine einheitliche, allgemeinverbindliche Antwort auf diese Frage. Die Naturschutzpraxis zeigt, daß ganz unterschiedliche Ziele verfolgt werden. Einerseits geht es um die Erhaltung naturnaher Verhältnisse, die man durch Selbstüberlassung am besten zu sichern glaubt und andererseits um die Erhaltung spezifischer Vegetationstypen, die - wie z.B. die Heidelandschaft - durch den Menschen entstanden und nur durch Aufrechterhaltung der alten Wirtschaftsform zu erhalten sind (OLSCHOWY 1978).

Ungeachtet dieses Anliegens, auch Teile der Kulturlandschaften zu erhalten, indem eine vom Menschen unbeeinflusste Entwicklung ausgeschlossen wird, gibt es doch zweifellos ein übergeordnetes Ziel des Schutzes in Naturschutzgebieten: Die Erhaltung der natürlichen Entwicklungsmöglichkeiten, die in der ungestörten Natur überall dort beobachtet werden, wo die Vielfalt der Pflanzen- und Tiergesellschaften in komplexen Lebensgemeinschaften organisiert ist und der Einfluß des Menschen in Grenzen bleibt.

In den dichtbesiedelten, hochindustrialisierten und durch Land- und Forstwirtschaft intensiv genutzten Gebieten führt der Einfluß des Menschen letztlich zu einer Reduktion der Vielfalt an Pflanzen und Tieren zugunsten einer geringen Zahl aus wirtschaftlichen Gründen auserwählter sog. Nutzpflanzen und Nutztiere. Letztere werden außerhalb von Naturschutzgebieten mit allen verfügbaren Mitteln gefördert und alle anderen mit allen verfügbaren Mitteln zurückgedrängt.

Es genügt nicht, diese Selektion in den Naturschutzgebieten auszuschließen. Es muß auch ver-

mieden werden, daß die Folgen dieses außerhalb von Naturschutzgebieten zum Zuge kommenden Auswahlverfahrens auf die Naturschutzgebiete übergreifen, um hier - ohne daß es erwünscht wird - letztlich genau dasselbe zu bewirken, wenn auch viel langsamer und daher weniger auffällig.

Jeder anthropogene Einfluß, der in den Naturschutzgebieten in diesem Sinne wirksam ist, muß als schädlich bezeichnet werden, und so gehört es zu den besonderen Aufgaben des Naturschutzes, entsprechende Veränderungen auszuschließen. Das ist aber nur möglich, wenn es gelingt, Schäden möglichst frühzeitig zu erkennen und Ursache-Wirkung-Beziehungen aufzuspüren.

## 3. Zur Problematik geeigneter Schutzmaßnahmen

Die Begründung und Durchsetzung von Schutzmaßnahmen ist einfach, wenn sie sich auf "mechanische" Einflüsse bezieht: Auf das Jagen, Fangen bzw. Sammeln von Lebewesen, auf das Zerstören von Pflanzengesellschaften wie z.B. durch Boote in Uferzonen oder durch das Betreten der besonders empfindlichen Moorflächen. Bei diesen und anderen gravierenden Eingriffen ist der Schaden meist unmittelbar sichtbar, seine Ursachen meist zweifelsfrei belegbar.

Wesentlich schwieriger - sofern überhaupt eine Chance besteht - sind die Ursachen von sich einschleichenden Schäden nachzuweisen, wie sie z.B. in Naturschutzgebieten mit zu kleiner Fläche bereits programmiert oder durch anthropogene Immissionen denkbar sind.

Der Versuch, Schäden nachzuweisen, gründet sich fast immer auf strukturelle Kriterien d.h. auf Veränderungen in der Artenzusammensetzung des betroffenen Lebensraumes. Dementsprechend erfolgt die Beweissicherung, indem der Istzustand anhand der gegebenen Artenzusammensetzung beschrieben wird, um ihn gewissermaßen als Sollzustand den nachgewiesenen Veränderungen gegenüberzustellen und gegebenenfalls Forderungen abzuleiten.

Einwandfreie Forderungen lassen sich aber meist nur dann stellen, wenn dramatische Eingriffe stattgefunden haben wie z.B. durch die Sandoz-Katastrophe im Rhein, in der Regel aber nicht, wenn sich die Schäden eingeschlichen haben. Ohne Kenntnis der Ursachen läßt sich aber auch der Verursacher nicht ermitteln und so ist es kaum möglich, das Verursacherprinzip (Art. 18, 21 und 24 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz) anzuwenden.

Dramatisch auftretende Schäden dürften in Naturschutzgebieten verhältnismäßig selten sein, einschleichende Schäden dürften - zumindest in den kleineren von ihnen - jedoch zur Regel gehören. Das Schutzziel verlangt, daß auch diese Schäden frühzeitig erkannt werden. Wird der Schaden

# Anthropogene Eutrophierung

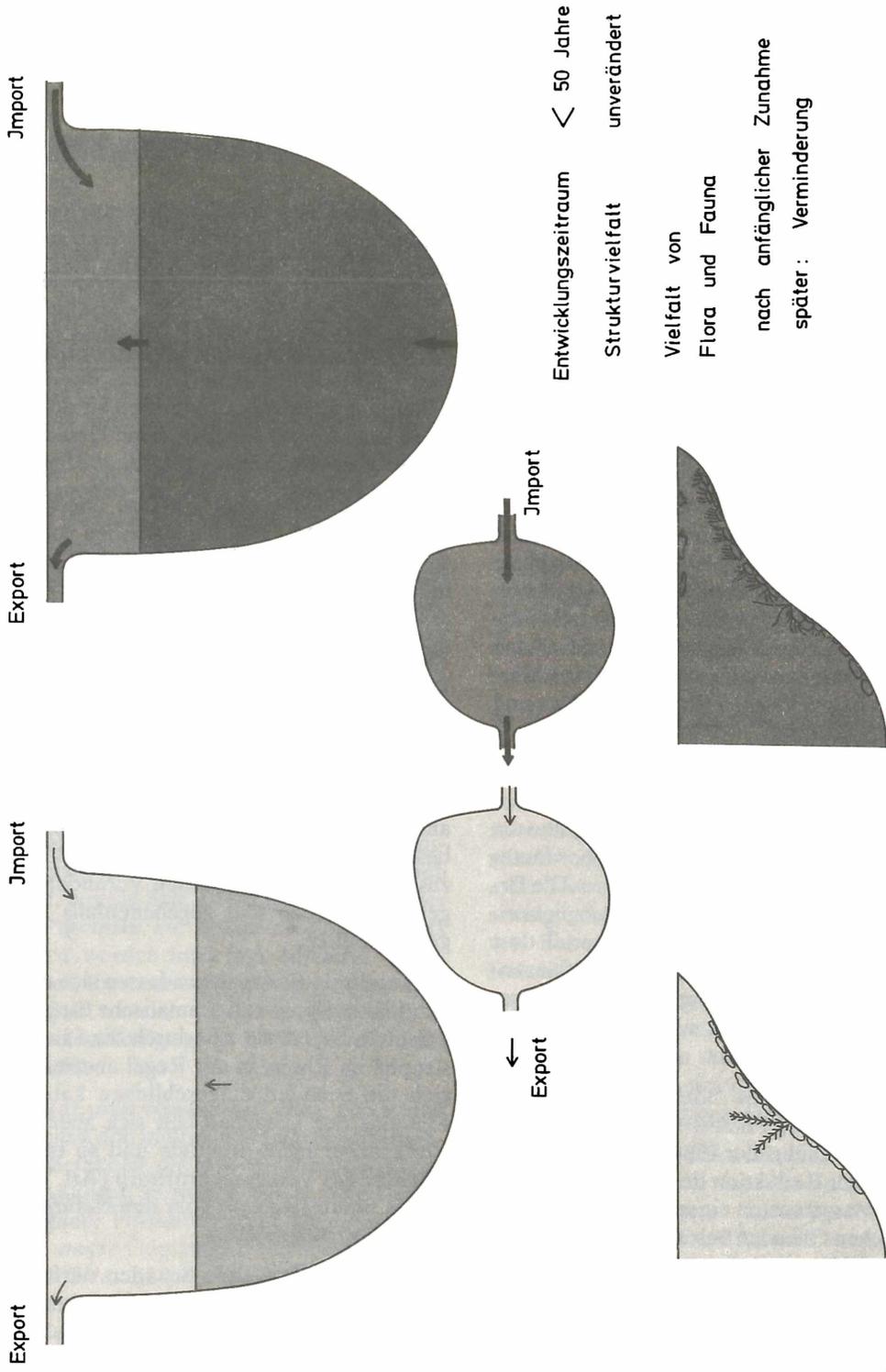


Abbildung 1

Die anthropogene (= rasante) Eutrophierung erfolgt unabhängig vom Verlandungsvorgang.

Keine Veränderung des Flächenanteils der Uferzone, bezogen auf das Seevolumen. Keine vergleichbare Erhöhung der Strukturvielfalt wie bei der Verlandung. Kein funktioneller Wechsel von der Pelagialbiozönose auf die Benthobiozönose.



durch den Nachweis, daß langlebige Arten (Wirbeltiere, höhere Pflanzen) ausgestorben sind, aufgedeckt, so dürfte es für geeignete Gegenmaßnahmen meist schon zu spät sein, obgleich eine Wiedereinbürgerung nicht von vornherein ausgeschlossen werden sollte. Unabhängig davon ergibt sich die Frage, Methoden zu entwickeln, die geeignet sind, Schädigungen bereits im Anfangsstadium zu erkennen.

Aufgrund der unterschiedlichen Organisation von Ökosystemen ist es unmöglich, eine Methode zu entwickeln, die in jedem Fall geeignet ist, Fröhschäden nachzuweisen. Die weiteren Betrachtungen sollen daher auf das Ökosystem See eingeschränkt werden.

#### 4. Schutz und Kontrolle von Seeökosystemen

Ein wirksamer Schutz und frühzeitiger Nachweis von Schädigungen setzen hinreichende Kenntnisse über das Funktionieren von Ökosystemen voraus.

Betrachtet man das einschlägige Schrifttum, so fällt auf, daß in der bisherigen Seenforschung eine deutliche Präferenz für die wirtschaftlich herausragenden Seen besteht: Gut untersuchte Seen sind meist die für Fischerei, für Trinkwassergewinnung, für Touristik u.a. bedeutsamen. Ihre Gefährdung erregte die Öffentlichkeit begreiflicherweise besonders. Ihre Bevorzugung für die Forschung erklärt sich daher aus der Notwendigkeit, wirtschaftliche Einbußen durch geeignete Sanierungs- bzw. Restaurierungsmaßnahmen zu vermeiden. Der in diesem Zusammenhang erforderlichen Grundlagenforschung bot sich wegen der durch hohe anthropogene Nährstoffimporte besonders raschen und auffälligen Reaktionen der betroffenen Seen die Chance, verhältnismäßig schnell neue Einsichten über das Funktionieren von Seeökosystemen zu gewinnen.

So ist in den letzten 40 Jahren sehr viel über die großen, tiefen und durch massive anthropogene Nährstoffimporte gestörten Seen bekannt geworden. Die Aufdeckung zahlreicher Korrelationen, darunter auch kausaler Zusammenhänge wie z.B. zwischen Nährstoffimportgrößen und Produktivität, hat zu Modellvorstellungen geführt, die für Theorie und Praxis gleichermaßen wichtig sind.

Ihrer Genese zufolge gelten diese Modelle aber nur für die verhältnismäßig großen und tiefen Binnenseen, in welchen der Stoffhaushalt des gesamten Ökosystems im wesentlichen vom Geschehen in der Freiwasserzone (Pelagial) bestimmt wird und so der Einfluß des Litorals und der unmittelbaren Umgebung (Verlandungszonen) m.E. vernachlässigt werden kann. In der Regel handelt es sich sogar um Seen, die aufgrund ihrer morphometrischen und hydrografischen Eigenschaften die Voraussetzungen für den Typ des nährstoffarmen (oligotrophen) Sees erfüllten und ausschließlich durch die massiven anthropogenen Nährstoffim-

porte innerhalb von wenigen Jahrzehnten oder sogar nur innerhalb weniger Jahre alle Kennzeichen hocheutropher Seen angenommen haben (vgl. Abb. 1).

Unter dem Einfluß der anhaltend hohen Nährstoffimporte reagierten die betroffenen Seen in vielerlei Hinsicht gleichartig und so ist es kein Wunder, daß diese Reaktionen in der Forschung mehr Beachtung gefunden haben als die Unterschiede zwischen ihnen.

Aus der Kenntnis vieler prinzipieller Zusammenhänge, die im Verlaufe der rasanten Eutrophierung nachgewiesen werden konnten, gelang es aber auch, wichtige Einsichten über das Funktionieren unbelasteter Seeökosysteme zu gewinnen. Dennoch wissen wir über diese "gesunden" Seen weniger als über die "kranken". Wir wissen wenig über die Vorgänge während der natürlichen Sukzession - z.B. im Verlauf der Verlandung - in Seen (vgl. Abb. 2). Wir beginnen gerade etwas über Steuerungs- und Regelvorgänge im pelagischen Nahrungsgewebe von "unten" nach "oben" und vice versa zu verstehen. Wir wissen nicht, welche Organismengruppen eine ähnliche funktionelle Dominanz wie das herbivore Zooplankton erreichen, wenn die Pelagialgesellschaft im Verlaufe der Verlandung von einer Litoralgesellschaft "abgelöst" wird und wir wissen wenig über die ökologische Effizienz funktionell analoger Organismengesellschaften. So bleiben auch für den praktischen Naturschutz an Seen viele Fragen offen. Wir sind beispielsweise nicht in der Lage, die Folgen kleinerer oder größerer Zerstörungen der Litoralvegetation für das gesamte Seeökosystem abzuschätzen, geschweige denn zu quantifizieren.

Diese und viele andere Wissenslücken behindern das Verständnis langfristiger biozönotischer Veränderungen, wie sie z.B. in ungestörten, insbesondere auch in kleinen und/oder flachen d.h. von Natur aus eutrophen Seen im Verlaufe der weiteren Entwicklung beobachtet werden. Sehr lückenhaft sind auch unsere Kenntnisse über die Vorgänge in Seen nach erfolgter Reduktion der Nährstoffimporte durch Sanierungsmaßnahmen.

Diese hier nur angedeuteten Forschungsdefizite behindern aber auch die Charakterisierung und Bewertung von ungestörten Seeökosystemen wie sie z.B. in Naturschutzgebieten und im Hochgebirge noch anzutreffen sind. Da sie - als aquatische Ökosysteme - gegenüber den meisten terrestrischen Ökosystemen wahrscheinlich sehr viel empfindlicher auf Nährstoff- und Schadstoffimmisionen reagieren, würden sie sich vorzüglich als Frühwarnsysteme für derartige Einflüsse eignen, doch fehlen hinreichende Kenntnisse, um sie dafür optimal zu nutzen.

Alle diese Wissenslücken kommen voll zum Tragen, wenn man sich mit den mittelgroßen und kleinen, meist flachen Seen in Naturschutzgebieten befassen möchte. Da sie in der Regel keinen ebenso massiven anthropogenen Einflüssen aus-

gesetzt sind wie viele der großen Seen außerhalb von Naturschutzgebieten, sind ihre Reaktionen auf die sich einschleichenden Belastungen weniger auffällig, langfristig aber nicht weniger schädlich. Würde man abwarten, bis sie schließlich die bekannten Reaktionen der anthropogen stark belasteten Seen zeigen, so dürfte es in der Regel für erfolgreiche Gegenmaßnahmen bereits zu spät sein.

##### **5. Nachweis von Schädigungen anhand struktureller oder funktioneller biozönotischer Eigenschaften?**

Der frühzeitige Nachweis von Schädigungen anhand welcher Größen er auch immer erfolgen soll - setzt voraus, daß die wesentlichen Kenndaten des betreffenden Seeökosystems hinreichend bekannt sind. Unter den strukturellen Kenndaten soll die Artenzusammensetzung seiner Lebensgemeinschaften im Pelagial, Litoral und Profundal verstanden werden; unter den funktionellen Kenndaten die biozönotischen Leistungsgrößen wie z.B. die Rate der Primärproduktion des Phytoplanktons und des autotrophen Periphytons, die Respirationsrate der autotrophen und der heterotrophen Organismengesellschaft, die Grazingrate des herbivoren Zooplanktons und die Sedimentationsrate der partikulären organischen Substanz.

Gegenüber den strukturellen Kenndaten haben die funktionellen den Vorteil, daß sie zumindest Hinweise auf bestehende Ursache-Wirkung-Beziehungen liefern. Anhand struktureller Kenndaten, z.B. durch den Nachweis einer Veränderung in der Artenzusammensetzung ist das grundsätzlich nur möglich, wenn über die Ökophysiologie der betreffenden Arten hinreichende Kenntnisse vorliegen. Das trifft nur für einen verschwindend kleinen Teil in der Gesamtheit bekannter Arten zu.

Da alle Kenndaten, die strukturellen wie die funktionellen, keine konstanten Größen sind, sondern vor allem aus saisonalen Gründen erheblich variieren, führt kein Weg daran vorbei, das Ausmaß der Variation zu studieren. Auf dieser Grundlage können Seeökosysteme verschiedenen Typen zugeordnet und kurz- oder langfristige Entwicklungstrends, darunter auch solche, welche Schädigungen anzeigen, nachgewiesen werden.

Die Anwendung von Bewertungskriterien, wie sie in der Technischen Gewässeraufsicht - z.B. Kennzeichnung der Fließgewässer durch Güteklassen mit Hilfe des Saprobiensystems, durch Trophiestufen mit Hilfe chemischer Indices und Makrophytenindices - erfolgt, ist streng genommen nur zum Nachweis auffälliger Veränderungen z.B. durch massive anthropogene Nährstoffbelastungen geeignet. Für eine ökologisch hinreichend informative Beschreibung und Charakterisierung aquatischer Lebensräume und für den frühzeitigen (d.h. bezüglich erfolversprechender Gegen-

maßnahmen rechtzeitigen!) Nachweis von sich einschleichenden Schädigungen sind sie aus naheliegenden Gründen ungeeignet.

Es ist daher bedauerlich, daß auch das Monitoring zur Gewässerkontrolle z.B. im Anschluß an Sanierungsmaßnahmen in Seen fast durchwegs auf wenige chemische und eine noch geringere Anzahl biotischer Kenngrößen beschränkt wird. Unter diesen Umständen wird die Tatsache, daß ein "technisch therapierter See nicht unbedingt auch ökologisch rehabilitiert" ist (DVWK Merkblätter 1988), ignoriert.

Wahrscheinlich führen die Methoden der multivariaten Statistik zur Beschreibung von Tier- und Pflanzengesellschaften zu einer befriedigenderen Darstellung von Lebensgemeinschaften und damit auch zu einer besseren Kontrolle (z.B. WILDI und ORLÓCI, 1983).

Es fragt sich jedoch, ob man nicht auch funktionelle Größen in verstärktem Umfang zur Beschreibung und Charakterisierung aquatischer Ökosysteme heranziehen soll, da sie - wie schon angedeutet - eher als strukturelle Größen geeignet sind, Ursache-Wirkung-Beziehungen aufzuzeigen. Für die Grundlagenforschung ist das seit langem selbstverständlich, in der wasserwirtschaftlichen Praxis, bei der Durchführung von Monitoring-Programmen und im praktischen Naturschutz - soweit er sich auf Gewässer bezieht - jedoch keineswegs.

Mit einem Forschungsauftrag, dessen Thema auch für dieses Referat gewählt worden ist, hat das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen diese Problematik erstmals aufgegriffen und ihre Bearbeitung in Seen der Naturschutzgebiete SEEONER SEEN (Brunnsee, Klostersee) (Abb. 3) und EGGSTÄTT-HEMHOFER-SEENPLATTE (Thalersee) (Abb. 4) durch die Limnologische Station Seeon des Zoologischen Instituts der Universität München ermöglicht.

Das vierjährige Projekt wird am 31.12.1989 beendet. Es schließt die folgenden Teilthemen ein: Primärproduktion, Community-Respiration, Grazing durch das herbivore Zooplankton, Sedimentation, Periphytonstudien, Arteninventur des Phytoplanktons und m.E. der litoralen Makrovertebraten und der Makrophyten. An den Arbeiten sind durchgehend beteiligt: R. Holzmann (Phytoplankton), J. Platzeck (Primärproduktion und Grazing), J. Steiner (Sedimentation). Zeitweilig waren bzw. sind beteiligt: Ch. Boltz, B. Henschel, Th. Henschel, B. Höffgen, H. Maier, C. Orendt, A. Peither, W. Riss, I. Ritzl, U. Scherner, M. Weiss.

##### **6. Problemstellung**

Das Konzept, Seen anhand geeigneter struktureller und funktioneller Kenndaten zu beschreiben, um auf dieser Grundlage zu einer Charakterisierung ihres Zustandes, zu einer Bewertung ihrer Schutzwürdigkeit und gegebenenfalls zu einer Verbesserung ihres Schutzes zu gelangen, setzt streng genommen eine umfassende Ökosystem-



Abbildung 3

### Naturschutzgebiet "Seener Seen"

Die ökologisch besonders wertvollen Bereiche um den Griessee (G) und den Brunensee (B) sowie um den Seeleitensee (S) sind als getrennte Inseln geschützt. Nur durch den besonderen Schutz des nicht zum Naturschutzgebiet gehörenden Zwischenstücks beiderseits des Brunseeausflusses bzw. Seeleitenzuflasses kann eine Isolation beider Naturschutzinseln voneinander verhindert werden. Gefährdet wären auch die Kleingewässer um den Griessee (G), wenn die vom umliegenden, nicht mehr zum Naturschutzgebiet gehörenden Wald bewirkte Pufferung nicht erhalten bleibt.

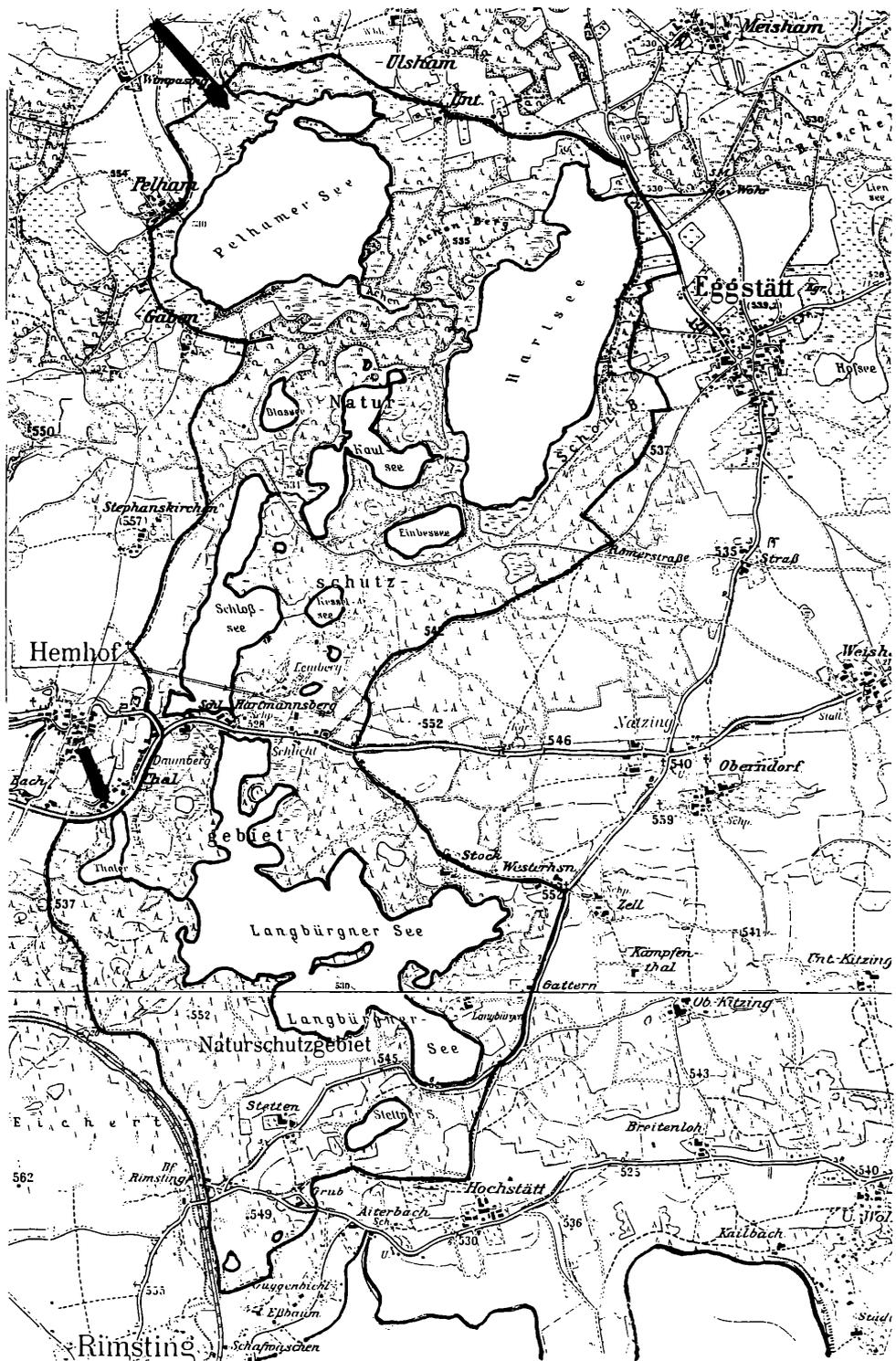


Abbildung 4

Naturschutzgebiet "Eggstätt-Hemhofer-Seeplatte"

Durch hohe Nährstoffimporte in den Pelhamer- und Thalersee (Pfeile) werden die betreffenden Ökosysteme an das System der bewirtschafteten Landgebiete "angeschlossen" und damit im Laufe der Zeit von letzterem dominiert. (Näheres im Text, vgl. Abschnitt 6).

analyse voraus, die zumindest an verschiedenen Seentypen exemplarisch durchgeführt werden sollte. Nur unter dieser Voraussetzung ist eine erhebliche Reduzierung weiterer Untersuchungen im Rahmen von Monitor-Programmen gerechtfertigt.

Der in unserem Forschungsprojekt gegebene finanzielle Rahmen zwang jedoch von Anfang an zu einer erheblichen Einschränkung der Untersuchungen, für welche folgende Arbeitshypothese entwickelt worden ist: Es wird davon ausgegangen, daß der Stoffhaushalt in hinreichend großen und tiefen Seen im wesentlichen durch das Geschehen in der Freiwasserzone bestimmt wird. Hier nimmt das Grazing des herbivoren Zooplanktons eine Schlüsselrolle ein, die für das gesamte Seeökosystem von größter Bedeutung ist. Man kann - stark vereinfachend - zwei Grenzfälle in Betracht ziehen: Im ersten Fall soll das gesamte Phytoplankton vom herbivoren Zooplankton gefressen werden, im zweiten Fall soll überhaupt kein Phytoplankton durch Fraß verloren gehen. Selbstverständlich ist weder der eine noch der andere Fall realisiert. Die in Wirklichkeit vorkommenden Fälle sind in verschiedenen Seen aber sicher nicht identisch, sondern irgendwo zwischen den beiden Grenzfällen anzuordnen (vgl. Abb. 5).

Je mehr die jeweils gegebene Situation dem zuerst genannten Grenzfall ähnelt, desto größer ist der Anteil phytoplanktischer Biomasse, der über das herbivore Zooplankton in das Nahrungsgewebe des Sees eingeschleust wird und desto geringer ist der Anteil, der dem bakteriellen Abbau anheimfällt und so den sommerlichen Sauerstoffvorrat des Hypolimnions mehr oder weniger reduziert. Je mehr sich die gegebene Situation dem an zweiter Stelle genannten Grenzfall nähert, desto spärlicher ist die phytoplanktische Biomasse, die durch Fraß in das Nahrungsgewebe eingeschleust und so zum Aufbau und Erhalt dieser Lebensgemeinschaft verwendet wird. Nun fällt der größte Teil des Phytoplanktons dem bakteriellen Abbau anheim. Der hypolimnische Sauerstoffvorrat wird stark reduziert, wenn nicht sogar ganz aufgebraucht, so daß anoxische Lebensbedingungen zustandekommen.

Die Schlüsselfunktion des herbivoren Zooplanktons ist somit sowohl durch ihre Bedeutung für den Aufbau und die Erhaltung des pelagischen Nahrungsgewebes als auch für die Lebensbedingungen im Hypolimnion gekennzeichnet. Sie läßt sich in erster Näherung durch die Grazingrate definieren, wobei der Quotient aus Produktionsrate (PR) und Grazingrate (GR) für das Seeökosystem nach dem Vorhergegangenen von besonderer Bedeutung ist.

Änderungen im Verhältnis der beiden Größen sind beispielsweise möglich, wenn sich die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons ändert und damit auch der freißbare Anteil. Dieser kann z.B. dadurch reduziert werden, daß zu große Arten

auftreten oder solche, die aufgrund ihres Geschmacks oder toxischer Eigenschaften (De MOTT 1986, LAMPERT 1981) vom herbivoren Zooplankton nicht angenommen werden. Der nichtgefressene Anteil kann aber auch bei gleichbleibender Artenzusammensetzung abnehmen, wenn die herbivore Zooplanktongesellschaft einem zunehmenden Fraßdruck ausgesetzt ist. Es ist seit langem bekannt (z.B. LAMPERT 1983), daß die hypolimnische Sauerstoffzehrung als Folge der Eutrophierung durch hohen Fischbestand verstärkt werden kann.

In Seen, die sich hinsichtlich ihrer biozönotischen Eigenschaften Jahr für Jahr innerhalb gewisser, vor allem jahreszeitlich bedingter Grenzen gleich verhalten, sollte auch das Verhältnis zwischen Produktionsrate und Grazingrate in aufeinanderfolgenden Jahren ähnlich sein. Das kann aber nur in ungestörten, d.h. anthropogen nicht stark belasteten Seeökosystemen erwartet werden. Die Zunahme der Rate der hypolimnischen Sauerstoffzehrung in mit Nährstoffen belasteten Seen ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß der Anteil des nicht gefressenen Phytoplanktons wächst.

Neben anderen Kenngrößen sollte somit auch das *Verhältnis zwischen Produktions- und Grazingrate* eine geeignete Größe sein, um Seen zu charakterisieren und auf dieser Basis Störungen nachzuweisen. Das setzt auch in diesem Fall voraus, daß die Ausgangssituation hinreichend bekannt ist.

Damit sind wir bei der gestellten Aufgabe angelangt. *Die Frage lautet: Ist es möglich, Seen anhand des genannten Quotienten zu beschreiben und voneinander zu unterscheiden?*

Wie bereits angemerkt (vgl. Abschnitt 5), haben wir uns nicht auf diese beiden Größen beschränkt, sondern weitere Kriterien einbezogen. Unter diesen sei die Sedimentationsrate hervorgehoben. Sie informiert in erster Näherung über jenen Anteil des Phytoplanktons, der nicht gefressen worden ist, sondern dem bakteriellen Abbau anheimfällt, sofern die Profundalbiozönose eine unwesentliche Rolle spielt.

Der geschilderten Arbeitshypothese liegt eine sehr stark vereinfachende Darstellung der Beziehungen innerhalb der Pelagialbiozönose zugrunde. Die bisherigen Ergebnisse zeigen jedoch, daß es zumindest in Seen, die sich hinsichtlich ihrer Nährstoffbelastung stark voneinander unterscheiden, möglich ist, verschiedene Verhältnisse zwischen Produktions- und Grazingrate nachzuweisen. Auch im Falle der anderen funktionellen Größen ergeben sich z.T. auffällige Unterschiede.

Als weitgehend unbelasteten See, dessen Eigenschaften noch am ehesten einem mesotrophen Typ entsprechen, wählten wir den Brunensee aus dem Naturschutzgebiet SEEONER SEEN. Als Gegenstück wählten wir den Thalersee, der im Naturschutzgebiet EGGSTÄTT-HEMHOFER-SEENPLATTE liegt, durch seinen Zufluß aber

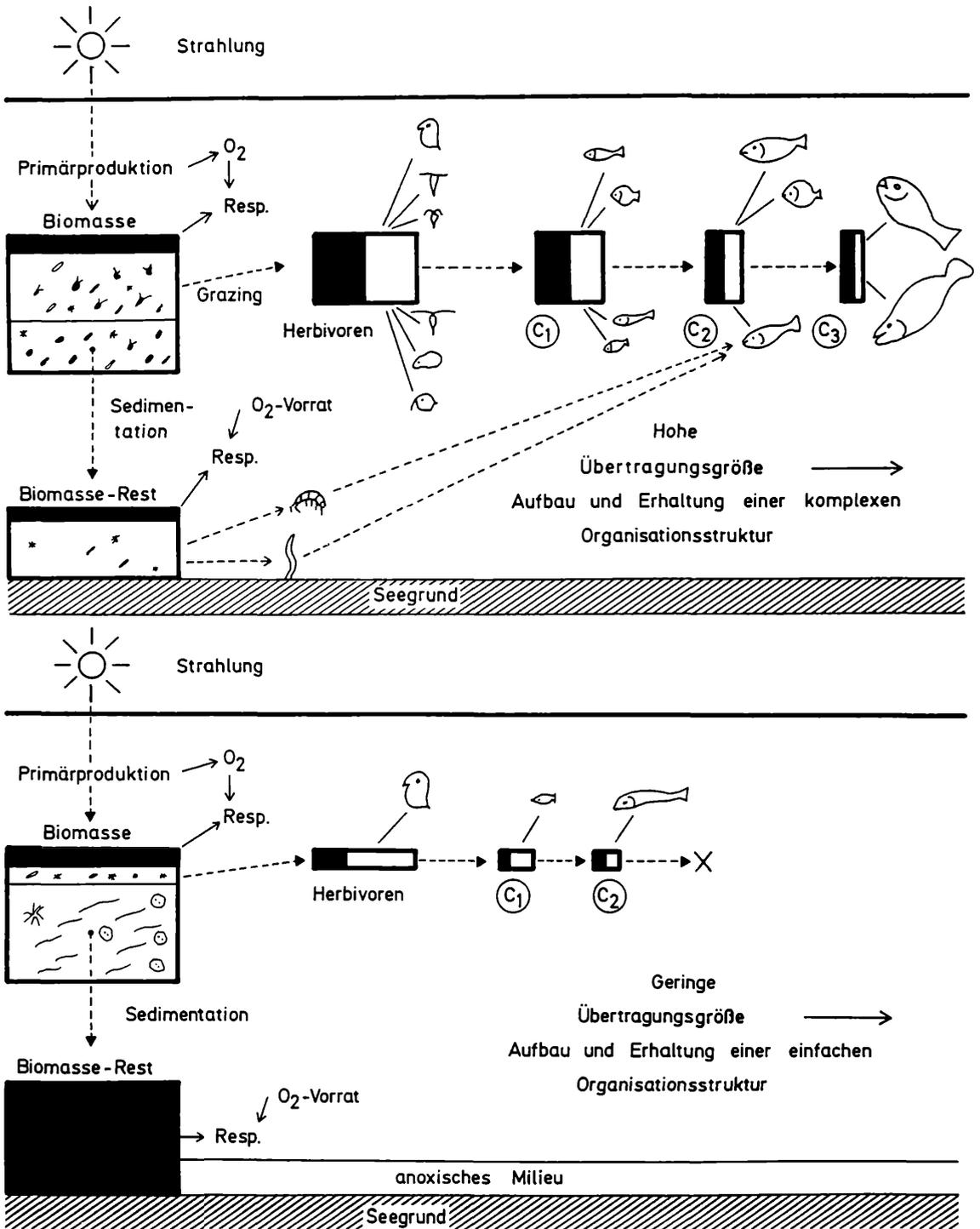


Abbildung 5

Schematische Darstellung zur Erläuterung des Untersuchungskonzepts.

Erklärung im Text. Die schwarzen Flächenanteile sind willkürlich; sie repräsentieren nicht den tatsächlichen Anteil veratmeter Biomasse.

sehr stark mit Nährstoffen belastet wird. Er entspricht in seinen Eigenschaften einem eutrophen bis hypertrophen See. Schließlich wählen wir als Beispiel für eine mittlere Position zwischen diesen beiden Seen den Klostersee bei Seon, der als mäßig eutroph eingestuft werden kann.

## 7. Vorläufige Ergebnisse

Wir beschränken uns auf den Vergleich zwischen dem Brunnsee aus dem Naturschutzgebiet SEE-ONER SEEN und dem Thalersee im Naturschutzgebiet EGGSTÄTT-HEMHOFER-SEEN-PLATTE, weil die Ergebnisse der Untersuchungen im Klostersee noch unvollständig sind.

Beide Seen unterscheiden sich hinsichtlich der ausgewählten funktionellen Größen erheblich voneinander. So liegt die sommerliche Rate der Nettoproduktion des Phytoplanktons im Brunnsee zwischen  $4-10 \text{ mg C/m}^3 \text{ h}$ , im Thalersee hingegen zwischen  $36-146 \text{ mg C/m}^3 \text{ h}$ .

Die Ursache dieses auffälligen Unterschiedes liegt vor allem in der unterschiedlichen Phytoplanktondichte zwischen beiden Seen: Im Brunnsee liegt die sommerliche Phytoplanktonbiomasse (Frischgewicht) bei  $500 \text{ mg/m}^2$ , im Thalersee hingegen bei  $9000 \text{ mg/m}^2$ . Die Unterschiede in der Primärproduktion, vor allem im Falle des Thalersees, sind ganz besonders auf Fluktuationen in der Phytoplanktondichte - m.E. auch auf das witterungsbedingte unterschiedliche Strahlungsangebot - zurückzuführen.

Große Unterschiede zwischen beiden Seen ergeben sich auch aus den Untersuchungen, die am Periphyton auf künstlichen Substraten durchgeführt worden sind. So wurden im Brunnsee als Maß für die Biomasse des algischen Aufwuchses ca.  $21 \text{ mg Chl a/m}^2$  und im Thalersee mit ca.  $159 \text{ mg Chl a/m}^2$  etwa das 8fache gemessen. Die Produktionswerte lagen im Thalersee im Mittel um den Faktor 3 über jenen im Brunnsee.

Aus den Untersuchungen über die Grazingrate des herbivoren Crustaceenplanktons ergab sich, daß im Brunnsee im Mittel täglich zwischen 10-23 % der vorhandenen phytoplanktischen Biomasse gefressen werden (vgl. Abb. 6), im Thalersee aber nur 1-7 %. Der Quotient aus der Bruttoprimärproduktionsrate und der Grazingrate liegt im Brunnsee zwischen 2.0-5.9, im Thalersee zwischen 4.0-145.5.

Die Ergebnisse bestätigen, daß im Thalersee meist ein geringerer Anteil der phytoplanktischen Produktion gefressen wird als im Brunnsee (vgl. Abb. 7). Die breite Spanne zwischen den Extremwerten - vor allem im Falle des Thalersees - deutet bereits die Schwierigkeiten an, mit welchen gerechnet werden muß, wenn Seen auf dieser Grundlage miteinander verglichen werden sollen. Sie können hier im Detail nicht behandelt werden, doch sei angemerkt, daß der Aufwand der experimentellen

Freilanduntersuchungen zur Bestimmung der Grazingrate die Zahl der Wiederholungen pro See während der Sommerstagnation in engen Grenzen (bisher < 8) hält. Es stellt sich daher vor allem die Frage nach den Möglichkeiten, diesen Aufwand durch Abwandlung der Meßmethode zugunsten einer höheren Zahl von Versuchswiederholungen zu reduzieren. Es ist besonders bemerkenswert, daß vor allem im Thalersee eine hohe Streuung der Einzelwerte (Thalersee  $41,4 \pm 52,0$ , Brunnsee  $3,8 \pm 1,6$ ) beobachtet wird. Vielleicht sind die besonders hohen Fluktuationen im Thalersee, die auf einen verhältnismäßig raschen Wechsel in der Phytoplanktonzusammensetzung und Dichte zurückzuführen sind, ein charakteristisches Merkmal von Seen, die durch hohe Nährstoffimporte stark belastet sind.

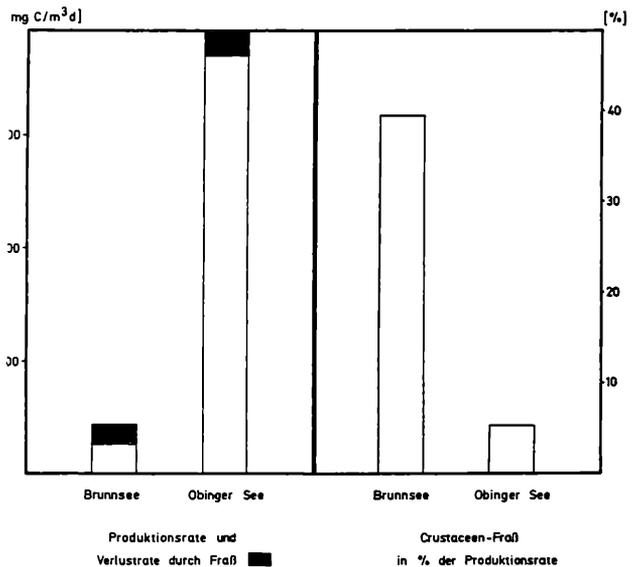


Abbildung 6

Produktionsrate und Anteil der Fraßrate (Grazingrate = schwarz) durch das herbivore Zooplankton.

Rechts ist der Anteil der Grazingrate in % der Produktionsrate angegeben.

Besonders deutlich unterscheiden sich die Sedimentationsraten der organischen Substanz beider Seen.

Im Brunnsee liegen die Werte zwischen  $0,1 - 0,3 \text{ g/m}^2 \text{ d}$ , im Thalersee zwischen  $2,1 - 4,0 \text{ g/m}^2 \text{ d}$ . Da die gemessenen Werte im wesentlichen auf dem sedimentierten partikulären organischen Material beruhen, welches im See entstanden und nicht aus der Umgebung importiert worden ist, handelt es sich vor allem um das sedimentierte Phytoplankton, das im Lichtmikroskop z.T. noch erkennbar und im Rasterelektronenmikroskop m.E. sogar noch identifizierbar ist (z.B. Diatomeen).

Es würde zu weit führen, nun auch die wichtigsten Ergebnisse der Arteninventuren (Phytoplankton-

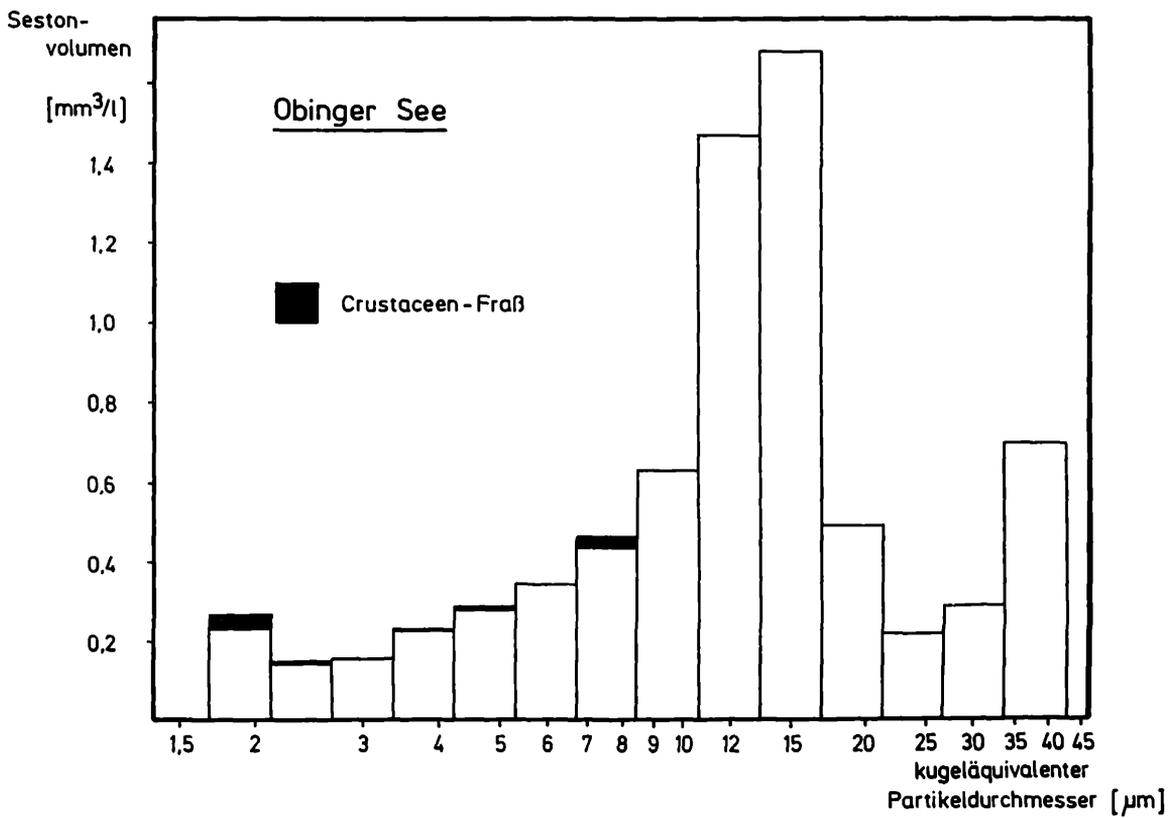
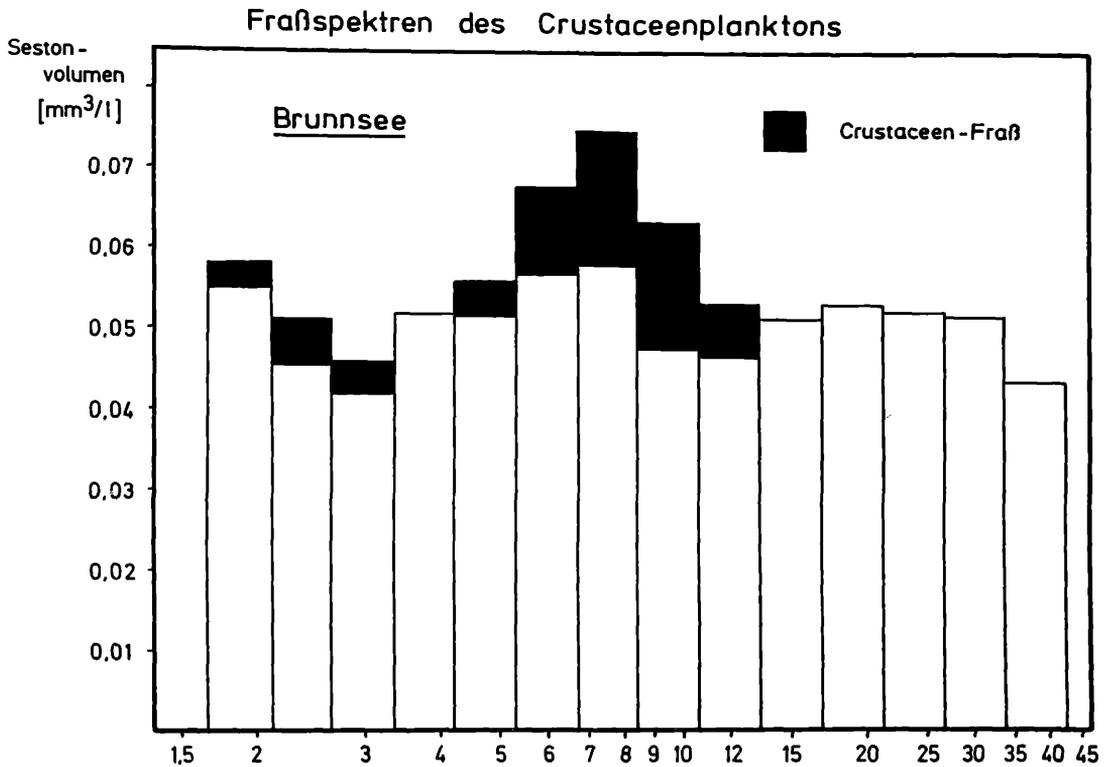


Abbildung 7

Größenspektrum des Phytoplanktons in einem mesotrophen und in einem hocheutrophen See.

Der gefressene Anteil ist durch die schwarzen Abschnitte bezeichnet. Die Darstellung zeigt, daß in beiden Seen die kleineren Algen bevorzugt werden. Man beachte die unterschiedlichen Größenangaben auf der Ordinate!

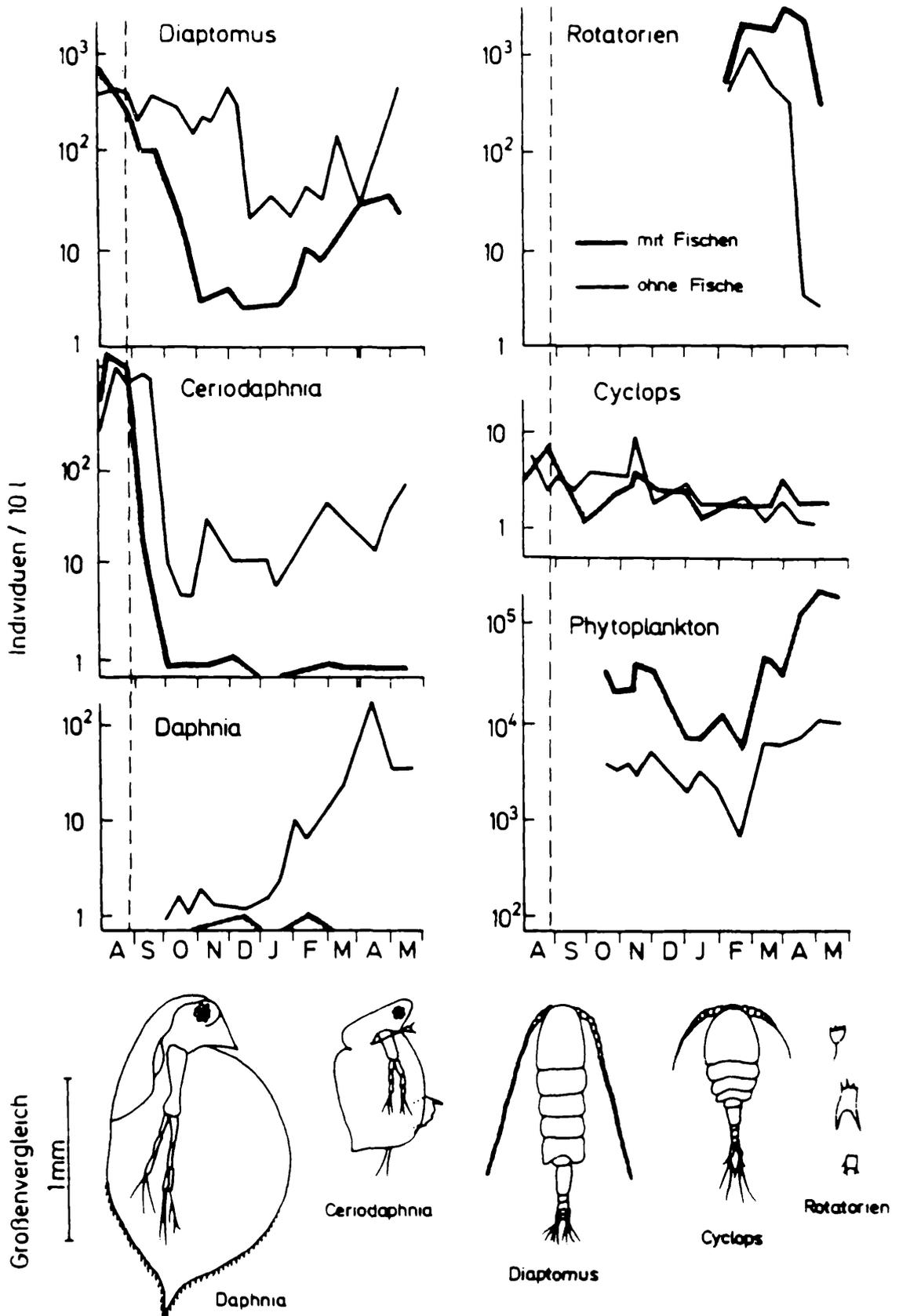


Abbildung 8

Entwicklung der Individuendichte von Zooplanktonorganismen (Herbivore: Diaptomus, Ceriodaphnia, Daphnia und m.E. Rotatorien und den omnivoren Cyclops) und vom Phytoplankton in großen, in den See gehängten Containern mit und ohne Fischbesatz. Man beachte, daß die Phytoplanktondichte in Gegenwart von Fischen höher ist! (aus: LAMPERT 1983)

Zooplankton-Makrovertebraten- und Makrophytenzusammensetzung) zusammenzufassen. Ein besonders interessanter Befund sei jedoch abschließend herausgestellt: Im anthropogen stark mit Nährstoffen belasteten Thalersee wurden im Phytoplankton bisher 87 Arten nachgewiesen, im fast unbelasteten Brunnsee bisher 83, d.h. es gibt zwischen den beiden Seen keinen wesentlichen Unterschied.

Vergleicht man das Ergebnis der Arteninventur in der Gruppe der Makrovertebraten, soweit sie auf Makrophyten vorkommen, so ergeben sich für den Thalersee 88 Taxa, für den Brunnsee aber nur 50.

Dieser Vergleich zeigt, daß die unter dem Einfluß von hohen anthropogenen Nährstoffimporten in Seen (wie bei jeder anderen Streß-Situation und in jedem anderen Lebensraum) zu erwartende Artenreduktion anscheinend erst in einem weit fortgeschrittenen Stadium der rasanten Eutrophierung eintritt. Ein empfindliches Kriterium ist der Nachweis einer Artenreduktion bei Belastungen durch Nährstoffimporte und ihren Folgen in Seen daher wohl kaum (vgl. Abb. 8).

## 8. Schlußbetrachtung

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß man auch die kleinen Seen anhand funktioneller Eigenschaften unterscheiden kann. Offen ist jedoch, welcher Differenzierungsgrad hierbei erreicht werden wird. Eine Beantwortung dieser Frage ist erst möglich, wenn eine größere Anzahl verschiedener Seen vergleichend untersucht worden ist.

In den ungestörten mesotrophen (wahrscheinlich auch in den oligotrophen) Seen ist die Variationsbreite der ausgewählten funktionellen Größen anscheinend verhältnismäßig klein, in den anthropogen eutrophierten, d.h. gestörten Seen jedoch hoch. Weitere Vergleiche mit anderen Seen müssen zeigen, ob sich diese Aussage bestätigen wird. Jedenfalls reicht der hier durchgeführte Vergleich von zwei Seen für eine Verallgemeinerung keineswegs aus.

Ogleich im anthropogen stark belasteten Thalersee mehrmals im Jahr auffällige Wasserblüten, z.B. durch *Planktothrix agardhii*, zustandekommen, die Sichttiefen auf unter 1 m sinken und die anoxische Tiefenzone sich innerhalb von 1 - 2 Wochen nach Beginn der Sommerstagnation bis zu einer Tiefe von 4 m unter der Wasseroberfläche ausdehnt, ist in diesem See gegenüber den wenig belasteten Seen des Naturschutzgebietes keine Artenreduktion im Bereich des Phytoplanktons und der Makrovertebraten auf den Makrophyten nachweisbar.

Selbstverständlich reicht auch in diesem Fall das an nur zwei Seen gewonnene Untersuchungsergebnis für eine Verallgemeinerung nicht aus, doch liefert es immerhin den Hinweis, daß die Artenvielfalt der Evertebraten erst in einem weit fortgeschrittenen Zustand der Eutrophierung reduziert wird und somit nicht als Indiz zur Früherkennung von Schäden in Frage kommt. Dasselbe gilt m.E. auch für Indikatororganismen.

Für die Praxis des Schutzes von Gewässern, insbesondere in Naturschutzgebieten, ist daher noch sehr viel Grundlagenforschung zu leisten. Die Übertragung der in der wasserwirtschaftlichen Praxis üblichen Methoden auf die Gewässer in Naturschutzgebieten ist wegen ihres geringen ökologischen Informationsgehalts nicht vertretbar, ganz abgesehen davon, daß die Anwendung von Gütekriterien aus der Sicht irgendwelcher Nutzungsansprüche in diesem Fall unangemessen ist.

## 9. Literatur

ALTNER, G. (1979):

Wahrnehmung der Interessen der Natur und Möglichkeiten, diese im Zivilisationsprozeß zur Geltung zu bringen, S. 112 - 131; in: Klaus M. Meyer-Abich, Hrsg. Friede mit der Natur, Herder Verlag.

DVWK (1988):

Merkmale zur Wasserwirtschaft. Sanierung und Restaurierung von Seen; Hrsg. Dt. Verb. f. Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., pp. 33

De MOTT, W.R. (1986):

The role of taste in food selection by freshwater Zoo plankton. *Oecologia* 69, 334 - 340.

LAMPERT, W. (1981):

Inhibitory and toxic effects of blue-green algae of *Daphnia*. - *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 66, 285 - 298.

LAMPERT, W. (1983):

Bio-manipulation - eine neue Chance zur Seesanierung? *BIUZ* 3, 79 - 86.

MARKL, H. (1986):

Natur als Kulturaufgabe; Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, pp. 391.

OLSCHOWY, G. (1978):

Erhaltung wertvoller Kulturlandschaften, 812 - 817, in: Natur- und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg. G. Olschowy, P. Parey-Verlag Hamburg, Berlin.

SCHURZ, J. (1987):

Ökosysteme in systemtheoretischer Hinsicht; *CLB Chemie für Labor und Betrieb* 38. Jg., H. 9, 461 - 466.

WILDI, O. und ORLÓCI, L. (1983):

Management and Multivariate Analysis of Vegetation Data. *Ber. Eidgen. Anst. forstl. Versuchswesen*, 215 pp. 139.

## Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Otto Siebeck  
Limnologische Station Seeon  
D-8221 Seeon

