



Festschrift  
zum  
70. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber

---

Beiheft 12  
zu den Berichten der ANL

# **Beiheft 12**

**zu den Berichten der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege**

---

**Festschrift  
zum  
70. Geburtstag  
von  
Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber**

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)  
D - 83406 Laufen/Salzach, Postfach 1261  
Telefon 08682/8963-0, Telefax 08682/8963-17(Verwaltung), 08682/1560 (Fachbereiche)  
E-Mail: Naturschutzakademie@t-online.de  
Internet: <http://www.anl.de>

1995

**Beiheft 12**  
**zu den Berichten der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege**

ISSN 0720-9436

ISBN 3-931175-27-8

---

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

---

Schriftleitung u. Redaktion: Prof. Dr. Dr. Annette Otte (Justus-Liebig-Universität Gießen) u. Dr. Notker Mallach (ANL)  
Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

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

Satz: Christina Brüderl (ANL)

Druck und Bindung: Druckerei Grauer, Laufen; Druck auf Recyclingpapier aus 100 % Sekundärfasern (= unbedrucktes Altpapier)



**Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber im September 1993  
während der Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ) in Innsbruck  
(Foto: R. Brinkmeier)**

|  |   |         |
|--|---|---------|
| Vorwort  | Christoph GOPPEL  | 5       |
| Würdigung der Person<br>Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber  | Klaus TÖPFER  | 6-7     |
|  | Fototeil:   | 8-12    |
| Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen<br>von Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber   |   | 13-23   |
| Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz  | Peter WÖRNLE  | 25-34   |
| Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion<br>in der Ökologie  | Ludwig TREPL  | 35-49   |
| Konzeption für eine ökologische<br>Agrarlandschaftsforschung   | Christian GANZERT   | 51-64   |
| Muß eine sekundär-progressive Sukzession immer<br>nach bekannten Modellvorstellungen ablaufen? -<br>Gegenbeispiele aus den Bracheversuchen Baden-<br>Württembergs  | Karl-Friedrich SCHREIBER  | 65-77   |
| Erfolgskontrolle von Biotopsicherungsmaßnahmen<br>im Niedermoorgrünland eines NSG in der west-<br>pfälzischen Moorniederung bei Kaiserslautern   | Barbara RUTHSATZ  | 79-98   |
| Wiesensterben auf Island. - Eine Rück- und Vorschau  | Heinz ELLENBERG   | 99-113  |
| Eine Kulturlandschaft auf der Roten Liste -<br>Rekonstruktion des Nutzungsgefüges und der<br>Vegetation einer traditionellen Kulturlandschaft<br>am südbayerischen Alpenrand:<br>Landbewirtschaftung in Kochel am See in den<br>40er und 50er Jahren | Annette OTTE<br>Steffi SCHÖFMANN<br>Inge SCHNIEPP und<br>Ursula DORNER<br>(mit einem Beitrag von<br>Wolfgang BRAUN) | 115-163 |
| Bodenordnung als Beitrag zur Landschaftsentwicklung  | Richard HOISL   | 165-174 |
| Biosphärenreservate als Instrument des Naturschutzes   | Lutz SPANDAU und<br>Bertram BORETZKI  | 175-187 |
| Das Biosphärenreservat Rhön - Vorbild einer<br>umweltgerechten Regionalentwicklung   | Reinhard GREBE  | 189-199 |

## Vorwort

Universitätsprofessor Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber - wer heute mit Fragen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu tun hat, stößt auf diesen Namen. Es gibt viele fachliche Aspekte, die mit seinem Namen zitiert werden.

Als Student von Prof. Dr. Haber, in der Zeit von Oktober 1972 - Ende 1977, habe ich nicht im geringsten daran gedacht, daß mir einmal die Aufgabe zufallen würde, ihm zu Ehren ein Vorwort zu verfassen. Hätte ich das erahnt, ich hätte mir sicherlich schon frühzeitig Notizen gemacht.

Viele Erinnerungen gehen mir durch den Kopf. Dazu gehören Vorlesungen im 2. Stock der Gaststätte Lerner in Vötting, die Prüfung in seinem Büro im Lehrstuhl für Landschaftsökologie, die großen Fachexkursionen in den Bayerischen Wald und nach Obergurgl, Sitzungen des Obersten Naturschutzbeirates beim Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, an denen ich als junger Mitarbeiter teilweise teilnehmen durfte, meine Promotionsprüfung - Herr Prof. Dr. Haber war Prüfungsvorsitzender - und letztendlich ein sehr persönliches Gespräch bei ihm am Lehrstuhl. Dabei ging es ausschließlich um die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege.

All diese Begegnungen waren gekennzeichnet von menschlicher Wärme, gepaart mit einer gewissen norddeutschen Bestimmtheit, aber auch Reserviertheit.

Viele fachliche Anliegen hat Herr Prof. Dr. Haber nicht nur aufgegriffen, sondern diese auch ohne viel Aufhebens und Getöse zielführend vorangetrieben.

Ich erinnere nur an

die Biotopkartierung Bayern, die Vorbild für Kartierungen in anderen Bundesländern war, die ersten Überlegungen bzgl. Entwicklungspläne von verschiedenen Naturparks oder dem Nationalpark Bayerischer Wald,

die Aufstellung seiner ökologischen Aspekte für die Landnutzung,

die Rolle des Menschen und seine Nutzung von Ökosystemen (Man and Biosphere/MAB) im Nationalpark Berchtesgaden, oder

die Methodik der Landschaftsplanung in Theorie und Praxis,

um nur einige wenige Aspekte zu nennen.

Ihm ist es auch wesentlich zu verdanken, daß das Institut für Landespflege im September 1966 zum Lehrstuhl für Landschaftsökologie umgewandelt wurde. Prof. Dr. Haber war Inhaber des Gründungslehrstuhles und hatte diesen über 25 Jahre lang inne.

Was kennzeichnet Prof. Dr. Haber? Er machte uns als Studenten und Wegbegleiter immer wieder deutlich, daß durch das Denken in Zusammenhängen und das Erfassen systemarer und intersystemarer Verknüpfungen die Anliegen des Naturschutzes und der Landschaftspflege umfassender, glaubwürdiger und ernsthafter, aber auch nachhaltiger vermittelt und in den Köpfen verankert werden können. Er lehrte uns, daß Wissen und Lernen ebenso wie Intuition und Erfahrung untrennbar zusammengehören. Nur die beständige und geduldige Auseinandersetzung und Vermittlung sachlichen Wissens über die Vielfalt der natürlichen Umwelt wird der Natur selbst und uns weiterhelfen.

Ich freue mich sehr, daß die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, an deren Entwicklung Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Haber als Vorsitzender im Kuratorium und somit Mitglied im Präsidium 15 Jahre lang regen und engagierten Anteil nahm, mit dieser Publikation sein Wirken nochmals würdigt.

Mein Dank gilt allen, die zum Gelingen dieser Schrift beigetragen haben, insbesondere Frau Univ.-Prof. Dr. Dr. Annette Otte.



Dr. Christoph Goppel  
Direktor der Bayerischen Akademie für  
Naturschutz und Landschaftspflege

## *Würdigung der Person*

### *Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber*

durch

Bundesbauminister Prof. Dr. Klaus Töpfer

Am 13. September 1995 feierte Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber seinen 70. Geburtstag. Kollegen, Schüler und Freunde widmen ihm, der die Landschaftsökologie an der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan entscheidend geprägt hat, aus diesem Anlaß - entsprechend guter akademischer Tradition - diese Festschrift.

Ein solch runder Geburtstag bietet Gelegenheit, auf den Lebensweg des Jubilars zurückzublicken. Geboren wurde Wolfgang Haber 1925 in Datteln (Westfalen), als ältestes von drei Kindern. Hier besuchte er die Volksschule und das Realgymnasium. Der Ausbruch des Zweiten Weltkrieges vereitelte zunächst, wie bei vielen seiner Generation, die weitere Ausbildung, die er erst nach dem Kriegsdienst in den Jahren 1943-1945, der Entlassung aus der Kriegsgefangenschaft (1945-1947) und der Flucht im September 1947 wieder aufnehmen konnte. Nach dem Abitur 1949 am Gymnasium in Datteln studierte er an den Universitäten Münster, München, Basel, der TH Stuttgart und LH Hohenheim. Seine Fächer waren Botanik, Zoologie, Chemie und Geographie. Bereits im Jahre 1957 promovierte Wolfgang Haber zum Dr. rer. nat. an der Universität in Münster, wo er dann auch in den Jahren 1957-1966 zunächst als wissenschaftlicher Assistent, dann als Kustos am Landesmuseum für Naturkunde wirkte. Anschließend (1966) wurde er Univ.-Professor (Ordinarius) und Inhaber des Lehrstuhls für Landschaftsökologie an der Technischen Universität in Freising-Weihenstephan, wo er im Oktober 1993 emeritierte.

Das bedeutet runde 40 Jahre Lehr- und Forschungstätigkeit in allgemeiner und angewandter Ökologie, wobei sich seine didaktischen Fähigkeiten und sein vielseitig wissenschaftliches Interesse zur glücklichen Synthese kombinierten, wie es einen guten akademischen Lehrer kennzeichnet. Das besondere Verdienst von Prof. Haber liegt dabei darin, die Ökologie aus dem Elfenbeinturm der theoretischen Wissenschaft sozusagen befreit und sie in der Landnutzung, insbesondere im Naturschutz, in der landwirtschaftlichen Nutzung und in der Flurbereinigung "zur Anwendung" gebracht zu haben. Aus der Garten- und Landschaftsarchitektur hat er eine an-

gewandte Landschaftsökologie entwickelt und diese als Lehrfach an den deutschen Hochschulen eingeführt. Die Entwicklung, Planung und Betreuung von Naturschutzgebieten, Natur- und Nationalparks ging zum großen Teil aus seinem Lehrstuhl hervor. Die ökologisch orientierte Planung sowie die ökologische Zustandserfassung in Form der Biotopkartierung ist weitgehend dort zu Hause. Damit schuf er dem Naturschutz zu seiner ethischen, wertenden, emotionalen Wurzel eine objektive, wissenschaftliche Basis.

Wissenschaftliche Arbeit war und ist für Prof. Haber nicht Selbstzweck, sondern immer auch politisch-gesellschaftliches Wirken in der Öffentlichkeit. So übernahm er zahlreiche Ämter in wissenschaftlichen Gremien z.B. 1961-1970 das Amt des Präsidenten bei der Deutschen Orchideen-Gesellschaft, 1979-1990 bei der Gesellschaft für Ökologie, 1990-1995 beim Dachverband International Association of Ecology (Intercol). Darüberhinaus wirkte er mit in zahlreichen Forschungsgremien und in der Politik-Beratung. Zu nennen sind die Mitgliedschaften im Deutschen Rat für Landespflege (seit 1981, seit 1991 Sprecher), in der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover (seit 1989), im Senatsausschuß für Umweltforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (1985-1996), in den Beiräten für Naturschutz und Landschaftspflege der Bundesregierung und der Bayerischen Staatsregierung (1973-1994) sowie beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und seit 1986 beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Von 1976 bis 1991 war Prof. Haber Mitglied des Präsidiums der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, sowie Vorsitzender von deren Kuratorium.

Besonders hervorzuheben ist seine langjährige verdienstvolle Tätigkeit im Rat der Sachverständigen für Umweltfragen der Bundesregierung und zwar von 1981-1985 als Mitglied und anschließend von 1985-1990 als Vorsitzender.

Frühzeitig engagierte er sich auch in den neuen Bundesländern, so als Vorsitzender des Gründungs-

komitees für das Umweltforschungszentrum Leipzig/Halle bzw. als Vorsitzender dessen wissenschaftlichen Beirates nach vollzogener Errichtung. Prof. Haber wirkte aufgrund seines Engagements in all diesen verschiedenen Gremien maßgebend an der Naturschutzgesetzgebung in Deutschland mit.

In etlichen der genannten Funktionen lernte ich die Persönlichkeit Wolfgang Haber als ruhigen, besonnenen Berater und Verfechter eines ökologisch fundierten, modernen Naturschutzes kennen. Modern war insbesondere die von ihm maßgeblich vertretene Idee der Landschaftspflege und des Naturschutzes auf der ganzen Fläche und sein Konzept einer differenzierten ökologisch-orientierten Landnutzung. Während in Fragen des Umweltschutzes nicht selten ein Konfrontationskurs gefahren wird, bemüht sich Prof. Haber stets erfolgreich um eine Versachlichung der Konflikte, allerdings auch mit der Folge, daß Symbol-Handlungen und Formelbegriffe nüchtern analysiert werden. Egozentrischer Katastrophenrummel ist ihm fremd. Auch verschante er sich nie hinter einer Wissenschaftlichkeit, d. h. seine Wissenschaftlichkeit zeichnet sich dadurch aus, daß Werturteile offengelegt werden. So versteht er Natur auch nicht nur als unverrückbare Größe, sondern in großem Maße auch als vom Menschen nach seinen Bedürfnissen und Wertvorstellungen geschaffene Umwelt in Übereinstimmung mit der von Prof. Markl gefundenen Formulierung "Natur als Kulturaufgabe". Persönlich beeindruckt hat mich während der jahrelangen Zusammenarbeit immer wieder seine praktische Kompromißbereitschaft ohne Prinzipienreiterei. Es ist wohl auch der, trotz mancher erfahrenen Niederlage in der Sache, unverdrossene Einsatz von Prof. Haber, der allseits Anerkennung fand und zu zahlreichen Ehrungen führte.

So erhielt Wolfgang Haber unter anderem 1973 den Bayerischen Verdienstorden, 1986 das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse sowie den Bruno H. Schubert-Preis, 1989 die Ehrendoktorwürde der Universität Hohenheim, 1990 den Justus von Liebig-Preis, 1991 den Bayerischen Kulturpreis, 1993 den Bayerischen Maximiliansorden für Wissenschaft und Kunst und unter besonders großer öffentlicher Aufmerksamkeit ebenso 1993 den ersten Deutschen

Umweltpreis der "Deutschen Bundesstiftung Umwelt"

Besonders dankbar und zufrieden dürfen wir sein, wenn es einem deutschen Wissenschaftler gelingt, auch international Anerkennung zu gewinnen. So möchte ich das bereits erwähnte Präsidentenamt von Prof. Haber bei Intercol nochmals besonders hervorheben und in diesem Zusammenhang auch seine Mitgliedschaft im Wissenschaftlichen Beirat der UNESCO für Biosphärenreservate (Paris) erwähnen, desweiteren seine Ehrenmitgliedschaft in der American Orchid Society, in der Österreichischen Orchideen-Gesellschaft und im Orchideenklub Brunn (CR).

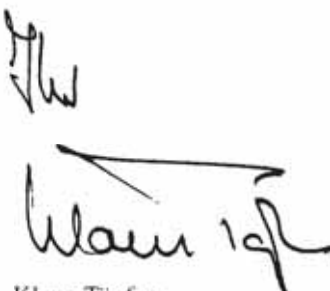
Ferner sind zu nennen seine weiteren internationalen Aktivitäten als Mitglied u.a. der British Ecological Society, Ecological Society of America, International Association for Landscape Ecology.

Der Erfolg von Prof. Haber resultiert nicht zuletzt aus seinen besonderen persönlichen Eigenschaften, von denen besonders seine Offenheit und Bescheidenheit von allen, die ihn kennen, gelobt werden. Es freut und ehrt mich, daß ich mich dem Lob anschließen darf. Mit der vorliegenden Schrift darf ich mich in den kleinen Kreis der hier publizierenden Gratulanten einreihen und alle Leser in gemeinsamer dankbarer Verbundenheit zum Jubilar freundlich grüßen.

Die in dieser Publikation wiedergegebenen Beiträge geben etwa die Breite seiner fachspezifischen Interessen und die von ihm ausgegangenen Anregungen wieder. So sind Aufsätze zur "Konzeption für eine ökologische Agrarlandschaftsforschung" und über "Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie" ebenso zu finden wie eine Abhandlung zu "Eine Kulturlandschaft auf der Roten Liste - Rekonstruktion des Nutzungsgefüges und der Vegetation einer traditionellen Kulturlandschaft am südlichen Alpenrand: Landbewirtschaftung in Kochel am See in den 40er und 50er Jahren" und der Beitrag "Das Biosphärenreservat Rhön Vorbild einer umweltgerechten Regionalentwicklung".

Ich wünsche dem hier Geehrten weitere erfolgreiche Jahre als öffentlich wirksamer Fachmann und Freude und Muße angesichts des von ihm Geleisteten.

Mit den besten Wünschen und Grüßen



Klaus Töpfer





**Exkursion: Nationalpark Bayerischer Wald; Herbst 1970 (Foto: Peter Wörnle)**



**Exkursion: Ostdeutschland 1992 (Foto: Norbert Kühn)**



**Exkursion:  
Ostdeutschland 1992 (Foto: Norbert Kühn)**



**Prof. Dr.Dr. h.c. Wolfgang Haber im Gespräch mit Altministerpräsident Dr. h.c. Alfons Goppel anlässlich der Promotionsfeier von Dr. Christoph Goppel in Freising 1987  
(Foto: Chr. Goppel)**



**Prüfer bei Promotionen (März 1987) in Freising-Weihenstephan**  
(v. l. n. r.: Prof. Dr. W. Huber, Prof. Dr. W. Haber und Dr. A. Kapfer) (Foto: Otte)



**Übergabe einer Forschungsarbeit (Nov. 1989) durch Prof. Chr. Valentien an die Repräsentanten der beauftragenden Ministerien im neuen Landschaftspflegegebäude in Freising-Weihenstephan** (v. l. n. r.: u. a. Prof. Dr. Chr. Valentien, Staatsminister Dr. A. Dick, Staatsminister Dr. E. Stoiber und Prof. Dr. W. Haber) (Foto: Brinkmeier)

### **Festakt**

der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Technischen Universität München-Weihenstephan anlässlich des 70. Geburtstages von Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber

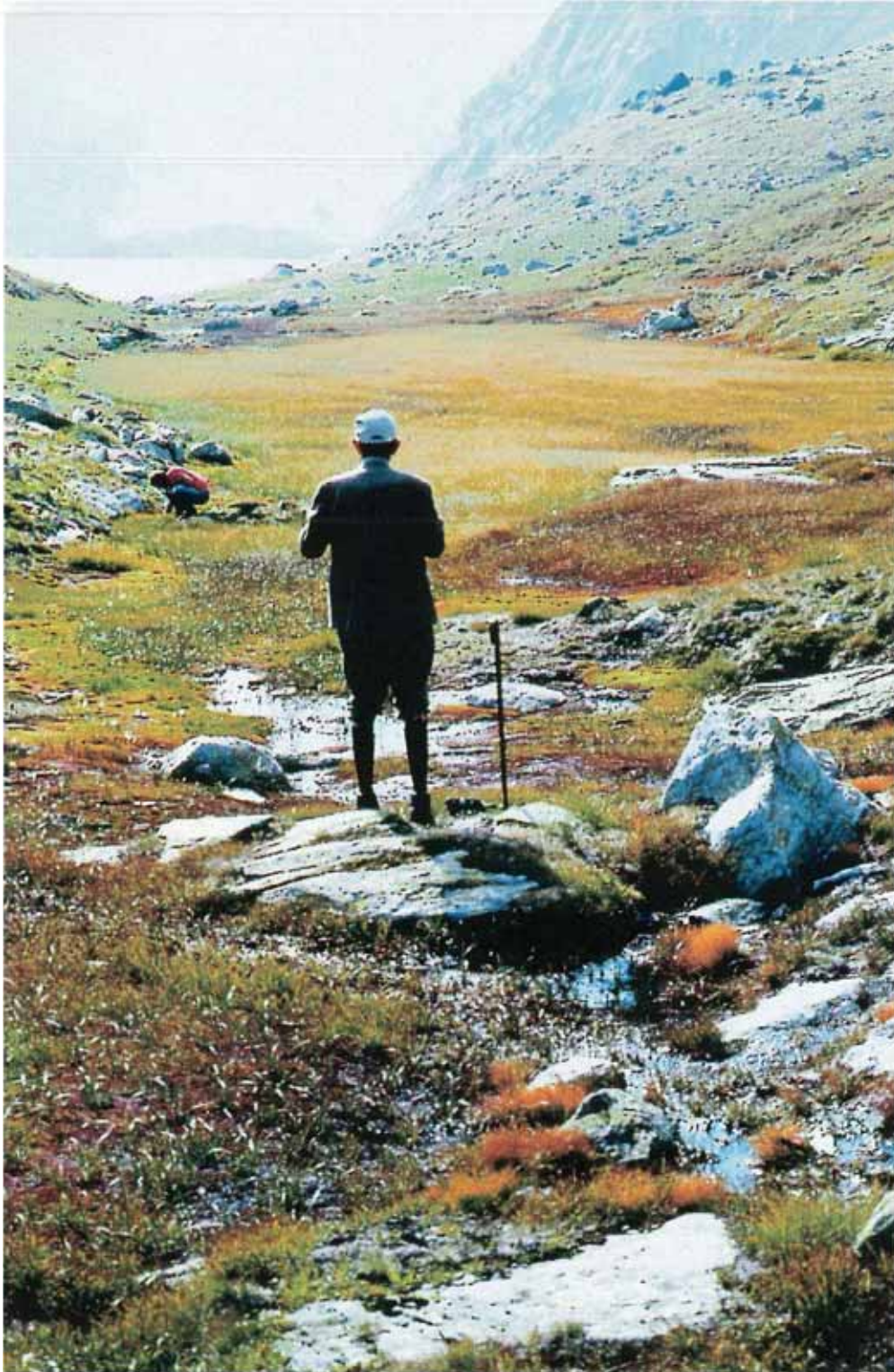


**Gratulation im Namen  
der bayerischen Staats-  
regierung  
durch Staatsminister  
Dr. Thomas Goppel  
(Foto: Brinkmeier)**



### **Das Ehepaar Haber im Kreise von Gratulanten**

(v. l. n. r.: Prof. Dr. L. Trepl, Prof. Dr. Dr. h.c. W. Haber, Ehefrau Barbara Haber, Staatsminister Dr. Thomas Goppel und Dekan Prof. Dr. H. Schön) (Foto: Brinkmeier)



**Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber im September 1982 bei einer Exkursion zu Oberaarsee und Oberaargletscher während der Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ) in Bern (Foto: Otte)**

## *Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber*

1. Wehrhafte Trauerfliegenschnäpper (*Muscicapa hypoleuca* Pallas).- *Natur u. Heimat* (Münster) 10, 59-61, 1950.
2. Singvogelbruten im Industriegelände. - *Natur u. Heimat* (Münster) 10, 108-114, 1950.
3. Ein neues Vorkommen der Echten Engelwurz (*Archangelica officinalis* Hoffmann) in Westfalen. *Natur u. Heimat* (Münster) 11, 84-88, 1951.
4. (mit E. Walter): Über die Intensität der Bodennatur mit Bemerkungen zu den Lundegardh'schen Werten. *Ber.Dt.Botan.Ges.* 70, 275-282, 1957.
5. Bodenbakterienzahlen und Bodenatmung in ihrer Beziehung zur Vegetation. - *Veröff.Geobotan.Inst.Rübel Zürich* 35, 69-76, 1957.
6. Ökologische Untersuchungen der Bodenatmung. - *Flora* 146, 109-157, 1958.
7. Lichtmikroskopische Untersuchungen über die Chloroplasten-Entwicklung bei *Cabomba furcata*. - *Protoplasma* 50, 269-276, 1958.
8. Zur Ökologie des Bodenlebens in verschiedenen Pflanzengesellschaften. - *Ber.Dt.Bot. Ges.* 71, 399-410, 1958.
9. Vergleichende Untersuchungen der Bodenbakterienzahlen und der Bodenatmung in verschiedenen Pflanzenbeständen. - *Flora* 147, 1-34, 1959.
10. Über Zusammenhänge zwischen der Produktivität eines Pflanzenbestandes und der Bodenatmung. - In: *Die Stoffproduktion der Pflanzendecke*, red. v. H. Lieth, 109-116, Stuttgart 1960.
11. Erläuterungen zur Ausstellung "Pflanzengesellschaften in Westfalen" im Landesmuseum für Naturkunde zu Münster/Westfalen, 1961, 10 S.
12. Bäume. 65 Dendrologische Texte zu einem Bildband von A. Renger-Patzsch u. E. Jünger. Ingelheim 1961.
13. Erläuterungen zur Ausstellung "Hochmoor" in der Schule von Hochmoor (Kreis Coesfeld/Westfalen), 1962, 6 S.
14. Das Schicksal der heimischen Orchideen. - *Die Orchidee* 13, 81-83, 1962.
15. Landschaftsökologische Gedanken zur Flurbereinigung im Münsterland. *Natur u. Heimat* (Münster) 23, 1-8, 1963.
16. Die Erfassung von Vogelbiotopen. - *Abhandl. Landesmuseum f. Naturk. Münster* 25(3), 1963.
17. Ein ökologischer Zugang zur Bodenmikrobiologie. - In: *Soil Organisms*, hrsg. v. J. van der Drift, 190-196, Amsterdam 1963.
18. Möglichkeiten zur ökologischen Betrachtung des Bodenlebens. - In: *Beiträge zur Phytologie* (Festschrift für H. Walter). hrsg. v. K. Kreeb, 59-70. Stuttgart 1964.
19. Vorschläge für die geobotanische Arbeit in Westfalen. - *Natur u. Heimat* (Münster) 25, 129-147, 1964.
20. Über unsere Hecken. - *Dülmener Heimatblätter* H. 3/4, 36-44, 1965.
21. Zusammenhänge zwischen Bakterienbesatz des Bodens und Vegetation. - In: *Biosoziologie. Bericht über d. Intern. Symp. in Stolzenau/Weser 1960 der IVV*, hrsg. v. R. Tüxen, 284-289. Den Haag 1965.
22. Dr. Victor G.M. Schultz (1891-1963). (Nachruf). - *Ber. Naturw. Verein Bielefeld* 17, 244-252, 1965.
23. Um die Erhaltung der westfälischen Wallhecken. - *Wild u. Hund* 69, 138-140, 1966.
24. Über die ursprüngliche Vegetation auf den höchsten Erhebungen des Sauerlandes. - *Naturkunde in Westfalen* (Ratingen) 2, 11-18, 1966.
25. Naturschutz und Landnutzung als angewandte Landschaftsökologie. - *Natur u. Heimat* (Münster) 26, 166-172, 1966.
26. Landschaftspflege als wissenschaftliche, wirtschaftliche und politische Aufgabe. *Bayer. landwirtschaftl. Jahrbuch* 44, Sonderheft 2, 35-45, 1967 (Antrittsvorlesung an der TU München in Weihenstephan).
27. Landschaftsökologie in der Flurbereinigung. In: *Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie, Bericht über das Intern. Symp. in Stolzenau/Weser 1963*, hrsg. v. R. Tüxen, 381-396. Den Haag: Verlag Dr. W. Junk N.V., 1968.
28. Zur Frage eines deutschen Nationalparkes. - *Garten und Landschaft* 78, 403-405, 1968.
29. Zur Frage eines Nationalparkes in Deutschland. - *Allg. Forstzeitschrift* 24, 398-402, 1969; *Berichte des Bundes der Diplomgärtner (BDG, Geisenheim)* 13, 9-16, 1969.
30. Gutachten zum Plan eines Nationalparkes im Bayerischen Wald. *Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege* 11, 8-23, 1969.

31. Grundsätze der Entwicklung und Gestaltung des gesamten Lebensraumes. - *Natur und Landschaft* 44, 11-13, 1968. Nachgedruckt und durch englische Übersetzung (Principles of the development and the formation of the entire living space) ergänzt in: *Probleme der Nutzung und Erhaltung der Biosphäre*, Hrsg.: Deutsche UNESCO-Kommission, 44-50 u. 142-147, 1969.
32. Mensch - Pflanze - Natur. Festvortrag zum hundertjährigen Jubiläum des Palmengartens in Frankfurt/Main. *Der Palmengarten* 33, 87-97, 1969, sowie *Acta Bot. Acad. Scient. Hung.* (Budapest) 19, 103-113, 1973.
33. Landespflege in neuen Ballungsgebieten, dargestellt am Beispiel des süddeutschen Raumes. - In: *Raumordnung und Landespflege*, Mitt.a.d.Inst.f.Raumordnung 66, 53-72, 1969.
34. (mit G. Kaule): Zur Erhaltung der Wiesentäler des Frankenwaldes. - *Landschaft + Stadt* 2, 158-165, 1970.
35. (mit M. Haug, U. Reinfeld u. B. Johne): Plan zur Einrichtung und Entwicklung des Naturparkes Rhön, Bayerischer Teil. 80 Seiten. Bad Neustadt/Saale: Zweckverband Naturpark Bayerische Rhön 1970.
36. Was bedeutet der Naturschutz in der Industriegesellschaft? - Sonderdruck des Bundesverbandes der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Bonn, 4 Seiten. 1970.
37. Unsere Landschaft zwischen Belastung und Überforderung. - *Deutscher Heimatbund, Jahrbuch 1969/70*, 2-19, 1970; sowie in: *Der Mensch und seine Umwelt*, Schriftenreihe des Kultusministeriums Baden-Württemberg, 63-80, 1971.
38. Gesellschaft, Naturschutz und Orchideen. - *Die Orchidee* 21, 414-433, 1970.
39. Lernzielkatalog der mit räumlicher Planung befaßten Disziplinen. Fachgebiet Landschaftsökologie, Landschaftsgestaltung. - In: *Der Erdkundeunterricht*, 53-55. Stuttgart: Ernst Klett 1971.
40. Künftige Nutzung agrarischer Problemgebiete aus der Sicht der Landschaftspflege. - *Gesellschaft f. Landeskultur Bremen, Sonderheft 4, I-X*, 1971.
41. Möglichkeiten der Nutzung von Naturschutzgebieten. - *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 6, 243-254, 1971.
42. Landschaftspflege durch differenzierte Bodennutzung. - *Bayer. landw. Jahrbuch* 48, Sonderheft 1, 19-35, 1971.
43. "Bayerischer Wald" Nationalpark, Federal Republic of Germany. - *Biological Conservation* 3, 313-314, 1971.
44. Landwirtschaft und Landschaft - ein Zielkonflikt? - Vortrag anlässlich der 5. Mitgliederversammlung der IMA 1971. Als Manuskript vervielfältigt, 25 Seiten. Hannover 1971.
45. Landschaftsplanungen im Alpenvorland. - *Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflege* 16, 44-45, 1971.
46. Naturschutz und Erholung - ein Zielkonflikt? - *Naturschutz und Naturparke* 64, 2-8, 1972.
47. Nature parks and the new bavarian national park in West Germany. - In: *Aspects of landscape ecology and maintenance*, hrsg. v. T. Wright, 65-71. Wye (England): Wye College 1972.
48. Naturschutz und Landesentwicklung. *Blätter für Natur- und Umweltschutz* (München) 52, 72-73, 1972.
49. (mit einer Einführung von C.F. von Weizsäcker): *Naturschutz und Landesentwicklung*, 36 S. München: Callwey-Verlag 1972.
50. Bedeutung des Landbaues für den Luft- und Wasserhaushalt. - *Der Forst- und Holzwirt* 27, 385-390, 1972.
51. Grundzüge einer ökologischen Theorie der Landnutzungsplanung. - *Innere Kolonisation* 24, 294-298, 1972.
52. (mit A. Kohler): Ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen. - *Landschaft + Stadt* 4, 159-168, 1972.
53. Orchideenschutz - Grundlagen, Ziele und Möglichkeiten. *Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz* 7, 91-101, 1972.
54. (mit G. Mühle): Der Entwicklungsplan für den Naturpark Altmühltal. - *Naturschutz- u. Naturparke* 67, 29-36, 1972.
55. Der Begriffsdschungel. Zur Terminologie des Umweltschutzes. In: *Die kranke Umwelt. Schriften der Bundeszentrale für politische Bildung*. S. 25-27, 1973.
56. Conservation and landscape maintenance in Germany: Past, present and future. - *Biological Conservation* 5 (4), 258-264, 1973.
57. Nationalparke - Wunsch und Wirklichkeit. - *Garten und Landschaft* (München) 84 (3), 97-99, 1974.
58. (mit W. Tomasek): Raumplanung, Umweltplanung, Ökosystemplanung. Zur Diskussion um Konzepte für die Landschaft. *Innere Kolonisation* (Bonn) 23, 67-71, 1974.
59. (mit B. Hammer u. H. Rüter, Bearbeiter, und gemeinsam mit dem Inst. f. Angew. Landw. Betriebslehre d. Techn. Univ. u. d. Wirtschaftsgeograph. Inst. d. Universität München): *Studien zur Kulturlandschaftsentwicklung in Bayern - Leitbilder für agrarische Problemgebiete*. - München/Weihenstephan 1973 (erschieden 1974). 2 Materialbände mit Text-, Tabellen- und Kartenteilen und zusammenfassender Ergebnisbericht; 237 + 197 + 21 S. Text, 138 + 69 Tabellen, 37 + 153 Karten. Vervielfältigtes Manuskript.
60. (mit G. Mühle, Bearbeiter): *Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb) - Landschafts-Entwicklungsplan, Einrichtungsplan*. Freising-Weihenstephan 1974. 140 S., 22 Abb. i. Text, 18 Fotos, 41 + 16 Karten, 19 Tab. Vervielfältigtes Manuskript.
61. Wirtschaftswachstum und Energieversorgung, Konsequenzen für die Agrarstrukturpolitik - Antithese. - *AVA-Sonderheft* 49, 29-39, 1974. - Wiesbaden: Arbeitsgemeinschaft zur Verbesserung der Agrarstruktur in Hessen e.V.

62. Naturparke, Landschaft und Planung. - Naturschutz- und Naturparke (Stuttgart) 73, 29-32, 1974.
- 62a. Schutzgebiete und ihr Nutzen für Forschung und Bildung. - Jahrb. f. Naturschutz u. Landschaftspflege 23, 84-90, 1974.
63. Entwicklung der Agrarstruktur in Franken landschaftsökologische Aspekte. - Bayer. landw. Jahrbuch 51, Sonderheft 2, 28-33, 1974.
64. Die Rohstoff-Produktion des Waldes aus der Sicht des Ökologen. - Forschungsberichte (der) Forstl. Forschungsanstalt München 20, 14-24, 1974.
65. Flurbereinigung in Gebieten ökologischer Bedeutung. - Berichte aus der Flurbereinigung (München) 19, 34-39, 1974, sowie Z. f. Kulturtechnik u. Flurber. 16, 321-328, 1975.
66. (mit F. Duhme u. P. von Pattay): Landschaftsökologie und Landschaftsplanung. - Schriftenreihe Alpen-Institut (München) 2, 10-16, 1975.
67. Zur Förderwürdigkeit des Projektes eines Biologischen Laboratoriums der Universitas Nasional in Jakarta (Indonesien). - Gutachten für die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)mbH. Verfielfält. Manuskript, 38 + 8 S., 1975.
68. Landschaft und Umweltgestaltung im Widerstreit vieler Forderungen. - In: "Die Zukunft im ländlichen Raum Strategien der Entwicklung und Umweltgestaltung", Bericht über ein Symposium des Österreichischen Forums für Umweltschutz und Umweltgestaltung, April 1975. S. 46-65. - Altmünster/Traunsee: Selbstverlag des Österr. Forums, 1975.
69. Nationalpark Bayerischer Wald. Entwicklungsplan. 62 + 10 S., 21 Karten. - Landschaftsökologie Weihenstephan: Selbstverlag 1976.
70. Biologisch-ökologische Grundlagen (der städtebaulichen Planung). - In: Grundlagen der städtebaulichen Planung, Schriftenreihe des Bundesministers f. Raumordnung, Bauwesen u. Städtebau, Heft 03.038, 11-18, 1975.
71. Naturparkplanung in Theorie und Praxis. Naturschutz- und Naturparke 79, 7-10, 1975.
72. Orchideen und Naturschutz. - Bund Naturschutz Albn Neckar 1(2), 42-51, 1975.
73. (mit G. Grzimek, I. Burkhardt, W. Jerney, L. Kellinghaus, E. Krauss u. F. Duhme): Landschaftsplanerisches Gutachten Flughafen München II. Teil 2, Ökologie. Freising: Grünplan GmbH 1976. 132 S., 11 Karten.
74. Die Rhön als Naturpark. In: Land der offenen Fernen. Die Rhön im Wandel der Zeiten, hrsg. v. J.-H. Sauer, S. 171-176. Fulda: Parzeller & Co. 1976.
75. Orchids and conservation. - Proceedings 8th World Orchid Conference, 73-79. Frankfurt a.M.: Deutsche Orchideen-Gesellschaft 1976.
76. (mit H. Kiemstedt, R. Gildemeister, H.-D. Koepfel, W. Mrass, H. Schönamsgruber u. W. Tomasek): Inhalte und Verfahrensweisen der Landschaftsplanung. - Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Beirat für Naturschutz und Landschaftspflege 1976, 32 S.
77. (mit P. Kiermeier u. C. Mecklenburg): Forschungsvorhaben Hesselberg - Kurzfassung - 1975. Gutachten zur Entwicklung im ländlichen Nahbereich Wassertrüdingen, Landkreis Ansbach (Teil Landschaftsplanung). - Berichte aus der Flurbereinigung (München) 25, 1-231, 1976. 36 Abb.
78. (mit U. Glänzer u. A. Kohler): Experimentelle Untersuchungen zur Belastbarkeit submerser Fließgewässer-Makrophyten. - Arch. Hydrobiol. 79, 193-232, 1977.
79. Die Bedeutung des Waldes aus gesamtökologischer Sicht. - Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflege 27, 422-425, 1977.
80. Konflikte zwischen Landwirtschaft und Umweltschutz. - Bayer. landw. Jahrbuch 54, Sonderheft 1, 11-32, 1977.
81. Ökologie - Helferin oder Hemmnis des Fortschritts? - In: Ökologische Chemie im Blickpunkt von Ökologie und chemischer Industrie: München/Neuherberg: Gesellschaft f. Strahlen- und Umweltforschung 1977. S. 47-60.
82. (mit A. Melzer u. A. Kohler): Floristisch-ökologische Charakterisierung und Gliederung der Osterseen (Oberbayern) mit Hilfe von submersen Makrophyten. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. 19/20, 139-151, 1977.
83. Ökologische Bestandsaufnahme. In: Natur- und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland, hrsg. v. G. Olschowy, S. 25-32. Hamburg/Berlin: Paul Parey 1978.
84. Über die ökologischen Grundlagen der Landschaftsplanung in Westfalen. - Natur u. Heimat (Münster) 38, 1-14, 1978.
85. Fragestellung und Grundbegriffe der Ökologie. - In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt, hrsg. v. K. Buchwald u. W. Engelhardt, Bd. I, 74-79. München/Bern/Wien: BLV-Verlagsges. 1978.
86. Ökosystemforschung - Ergebnisse und offene Fragen. - In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt, hrsg. v. K. Buchwald u. W. Engelhardt, Bd. I, 80-89. - München/Bern/Wien: BLV-Verlagsges. 1978.
87. Über die Zukunft der Nationalparke in Kenia - The future of the National Parks in Kenya - L'avenir des parcs nationaux au Kenya (dreisprachig). - Natur- und Nationalparke 16(62), 6-9, 19-22, 27-30, 1978.
88. Ökologisches Denken und Handeln. - Forstwissenschaftliches Centralblatt 98(3), 126-139, 1979.
89. Von der Idee zur Wirklichkeit. 10 Jahre Naturpark Altmühltal. Naturschutz- u. Nationalparke 94, 28-32, 1979.
90. Über den Stand der wissenschaftlichen Ökologie. - Nachr. Ges. f. Ökologie 9(3), 2-3, 1979.



91. Raumordnungskonzepte aus der Sicht der Ökosystemforschung. Forschungs- u. Sitzungsber. Akad. f. Raumf. u. Landesplanung 131, 12-24, 1979.
92. Ökologische Entwicklungstendenzen im ländlichen Raum. - Bayer. landw. Jahrbuch 56, Sonderheft 1, 149-159, 1979. (Festschrift 175 Jahre Lehre und Forschung in Weihenstephan).
93. Weihenstephan im Überblick: Lehrstuhl für Landschaftsökologie. In: Institutionen in Weihenstephan, Festschrift 175 Jahre Lehre und Forschung in Weihenstephan, Bayer. landw. Jahrbuch 56, Sonderheft 1, 192-195 u. 232-233, 1979.
94. Theoretische Anmerkungen zur "ökologischen Planung" Verhandlungen Ges. f. Ökologie 7, 19-30, 1979.
95. Mesures de conservation prises a cette date et leur efficacité (y compris les réserves et parcs nationaux). Rapport général delivré au Symposium international sur l'avenir des Alpes à Trente, Italie, 1974. - In: Conservation et développement d'un patrimoine européen, hrsg. v. Union Internationale pour la Conservation de la Nature et des ses Ressources, S. 82-95, 1979.
96. Der Landbau in ökologischer Sicht. - Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflge 34, 323-327, 1980.
97. Landwirtschaftliche Bodennutzung aus ökologischer Sicht. - Daten u. Dokumente zum Umweltschutz (Hohenheim) 30, 11-21, 1980.
98. Wie groß sind die natürlichen Energiereserven der Erde? - Meinungen zur Agrar- und Umweltpolitik 6, 9-15, 1980.
99. Über den Beitrag der Ökosystemforschung zur Entwicklung der menschlichen Umwelt. In: Systemforschung und Neuerungsmanagement, hrsg. v. W. Bierfelder u. K.-H. Höcker, 135-159. München/Wien: R. Oldenbourg 1980.
100. Lehrstühle stellen sich vor: Landschaftsökologie. - TUM-Mitteilungen H. 3, 9-11, 1980.
101. Landschaftsökologie in der Ausbildung von Landschaftsplanern (Landschaftsarchitekten). - In: Hochschule zwischen Theorie und Praxis - 50 Jahre Hochschulausbildung für Garten- und Landschaftsarchitekten, hrsg. v.d. Techn. Univ. Berlin (TUB). TUB-Dokumentation H. 9, 93-102, 1980.
102. (Hrsg.): Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Bd. 8 (9. Jahrestagung Freising 1979). 555 S. Göttingen: Selbstverlag der GfÖ, 1980.
103. Entwicklung und Probleme der Kulturlandschaft im Spiegel ihrer Ökosysteme. Forstarchiv 51, 245-250, 1980.
104. Josias Braun-Blanquet 1884-1980 (wiss. Nachruf). - Ber. Bayer. Bot. Ges. 51, 146-148, 1980, und Tuexenia, Mitt. florist.-soziol. Arb. Gem. N.F. 1, 3-6, 1981.
105. Landesentwicklung und Landwirtschaft. - In: Ökologie - Landwirtschaft - Ernährung (Tagungsbericht Weihenstephan November 1979), hrsg. v. Student. Arbeits-
- kreis f. ökolog. Landbau Weihenstephan, 47-58. Weihenstephan: Selbstverlag 1981.
106. Die Ökosysteme und ihre Umweltproblematik. Ecosystems and their environmental problems. Los ecosistemas de la naturaleza y su problemática ambiental. - Universitas (deutsche Ausgabe) 36, 673-680, 1981; engl. Ausgabe 23, 211-217, 1981; span. Ausgabe 19, 39-46, 1981.
107. (mit J. Schaller, B. Kerner, R. Feldle, M. Sittard, H. Zierl, W. d'Oleire-Oltmanns u. P. Wörnle): Ökosystemforschung Berchtesgaden. Durchführung des MAB-Projektes 6 "Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme" (Phase 1). - MAB-Mitteilungen 9, 1981. 116 S.
108. Natürliche und agrarische Ökosysteme - Forderungen für ihre Gestaltung. - Landwirtsch. Forschung, Sonderheft 37. (Kongreßband 92. VDLUFA-Kongreß Braunschweig 1980), 1-11, 1981.
109. Zur ökologischen Bedeutung der Vegetation für den Menschen. In: Vegetation als anthropo-ökologischer Gegenstand. Bericht über das Int. Symposium der Int. Vereinigung f. Vegetationskunde 1971, red. v. A. Schwabe-Braun, 49-66, 1981. Vaduz/FL: J.Cramer.
110. Ökologische Aspekte der Landnutzung. agrarspectrum 2 ("Landschaftspflege durch Landbewirtschaftung"), 40-60, 1981.
111. Grundsätzliche Anmerkungen zum Problem der Pflege der Landschaft. Tagungsbericht Akademie für Naturschutz u. Landschaftspflege Laufen 5/79, 87-105 (erschienen 1981).
112. Zur Funktion ökologischer Ausgleichsflächen. - Tagungsbericht Akademie für Naturschutz u. Landschaftspflege Laufen 9/80, 9-11 (erschienen 1981).
113. Die Bedeutung der Ökosysteme und der natürlichen Ressourcen in der Sicht der Forschung. - Universitas 37, 113-120, 1982.
114. Naturschutzprobleme als Herausforderung an die Forschung. - Natur u. Landschaft 57, 3-8, 1982.
115. Naturschutz zwischen Ideologie und Wissenschaft. - Bild der Wissenschaft 19(5), 60-68, 1982.
116. Ökologische Forderungen an den ländlichen Raum. - In: Ökologie und Flurbereinigung, hrsg. v. Landesamt f. Flurbereinigung und Siedlung Baden-Württemberg, 9-26, 1982. - Ludwigsburg: Selbstverlag des Landesamtes.
117. Ökologische Bestandsaufnahme und Bewertung von Natur und Landschaft. In: Funkkolleg Mensch und Umwelt, hrsg. v. T. Dahlhoff, Studienbegleitbrief 10, 101-104, 1982 bzw. Fischer-Taschenbuch 6864, 69-72, 1983. Gleicher Text in: Angewandte Ökologie - Mensch und Umwelt, hrsg. v. H. Bick u.a., Bd. II, 329-332, 1984.
118. (mit B. Ruthsatz): The significance of small-scale landscape elements in rural areas as refuges for endangered plant species. - In: Perspectives in Landscape ecology, hrsg. v. P. Tjallingii u. A.A. de Veer, 177-184. Wageningen: Pudoc 1982. (Proc. Int. Congr. Landscape Ecology, Veldhoven 1981).

119. Biologischer Umweltschutz. - Agrarspectrum 5 ("Innovationen im Agrarsektor"), 385-404, 1982.
120. Ökosysteme in der Natur - ihre Erforschung. - Universitas (deutsche Ausgabe) 37(19), 1019-1024, 1982; (englische Ausgabe) 25, 1-6, 1983; (spanische Ausgabe) 20, 221-226, 1983.
121. Was erwarten Naturschutz und Landschaftspflege von der Waldwirtschaft? - Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflege 40 (Waldwirtschaft und Naturhaushalt), 962-966, 1982.
122. Zur landschaftsökologischen Beurteilung von Golfplätzen. - Golfmagazin, März 1983.
123. Über die ökologische Verantwortung der Landwirtschaftler und ihrer Berater. - Z.f.Kulturtechnik u.Flurbereinigung 24, 150-159, 1983.
124. Die Biotopkartierung in Bayern. Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflege 41 (Integrierter Gebietschutz) 32-37, 1983.
125. (Mitarbeit und Teilredaktion): Waldschäden und Luftverunreinigungen. Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, März 1983. 172 S. Stuttgart/Mainz: W. Kohlhammer Verlag.
126. (mit G. Kaule, H. Kerner, J. Schaller, R. Bachhuber, W. Gertberg u. M. Sittard, Projektleiter u. Hrsg.): Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt. Abschlußbericht. Weihenstephan: Lehrstuhl für Landschaftsökologie und Institut für Landesplanung der Universität Stuttgart 1983. Band A 0.I Textteil. 317 S., 60 Abb., 93 Tab. u. 38 Karten. - Texte (des) Umweltbundesamt(es) 23/84. 11 + 326 S., 63 Abb., 53 Tab. u. 38 Karten (erschienen 1985).
127. Vorzüge der bäuerlich strukturierten Landwirtschaft für die Umwelt. - Schriftenreihe Verein f. Agrarwirtschaft 41, 6-11, 1983.
128. Die Straße im natürlichen Gefüge der Landschaft. - In: Die Straße in Natur und Landschaft, hrsg. v.d. Forschungsges. f. Straßen-u. Verkehrswesen (Köln), 33-55, 1983. (Landschaftstagung 1983, 21-23. Sept. in Passau).
129. Maßnahmen der Landespflege in landwirtschaftlichen Intensivgebieten und ihre Auswirkungen auf den Naturhaushalt. - Schriftenreihe Deutscher Rat für Landespflege 42 (Landespflege und Landwirtschaft), 196-198, 1983.
130. Tragende Prinzipien in der Organisation des Naturhaushaltes. - In: Ökonomie und Ökologie in der sozialen Marktwirtschaft, hrsg. v. A. Glück u. K. Huttner, 43-68, 1983 (Arb.-Mat. zu Politik, Bildung u. Wissenschaft 2, Hanns-Seidel-Stiftung München).
131. Grundlagen der Ökosysteme. (Heft 4 des Fernlehrganges "Ökologie und ihre biologischen Grundlagen", hrsg. v. H. Metzner). - Tübingen: Inst. f. Chem. Pflanzenphysiologie 1983. 87 S., 19 Abb., 5 Tab.
132. Die ökologischen Auswirkungen anthropogener Maßnahmen. Ekologičetzkje posledstwiija antropogeničnych wosdejstwij. - In: Aktuelle Fragen des Umweltschutzes in der Sowjetunion und in der Bundesrepublik Deutschland (Symposiumsbericht), hrsg. v. Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 110-123. München: Selbstverlag d. Herausgebers, 1984.
133. Nippon no kokuritsu koen o tazunete - Nishi doitsu to no hikaku (Besuch japanischer Nationalparke ein Vergleich mit Westdeutschland). - The Conservation of Nature (Tokio) 262, 12-14, 1984.
134. Ökologische Probleme intensiver und spezialisierter Anbausysteme. Agrarspectrum 7 ("Agrarstruktur im Wandel"), 149-167, 1984.
135. Anforderungen der Ökologie an die Landwirtschaft. Berichte a.d. Flurbereinigung (München) 52, 51-59, 1984.
136. Über Landschaftspflege. - Landschaft + Stadt 16, 193-199, 1984 (Text weitgehend identisch mit Nr. 111).
137. Nutzung und Schutz der Kulturlandschaft - Wege zur Konfliktlösung. - Jahrb. Naturschutz u. Landschaftspflege 36, 8-18, 1984.
138. (Mitarbeit): Begriffe aus Ökologie, Umweltschutz und Landnutzung. - Informationen (Bayer.) Akad. Natursch. u. Landschaftspflege (Laufen) 4, 44 S., 1984.
139. Pflanzenschutz und Umwelt. - In: "ips - Im Brennpunkt" (Industrieverband Pflanzenschutz, Frankfurt), Band "Pflanzenschutz und Umwelt", 3-12; 46-47; 57-63; 1984.
140. Umweltschutz - Landwirtschaft - Boden. - Das Umweltgespräch, Umwelt Forum '84, 27-32; 60-61; 76-85; 1984 (Arb.-Gem. f. Umweltfragen, Bonn).
141. Erwartungen und Ansprüche an die ökologische Forschung. MAB-Mitteilungen (Bonn) 19, 95-112, 1984.
142. Gleichgewicht im Haushalt der Natur. In: Unser Wald muß leben, hrsg. v. H.J. Fröhlich, S. 182-189. München: Pro Terra Verlag 1984.
143. Golfplätze können das Landschaftsbild bereichern. - Golf Magazin 37(3), 86-88, 1985.
144. Orchideen und Naturschutz. Lebensgrundlagen, Gefährdung und Schutz der Orchideen in der Natur. - In: R. Schlechter, Die Orchideen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung. 3. Aufl., hrsg. v. F.G. Brieger, R. Maatsch u. K. Senghas, Bd. II, 661-708. Berlin/Hamburg: Parey 1985.
145. (mit I. Burkhardt): Umweltschutz durch Landschaftsökologie. - Jahrb. Techn. Univ. München 1984, 142-148, 1985.
146. Golfplätze und Naturschutz. - In: 75 Jahre Münchener Golf-Club e.V. Eine Chronik, hrsg. v. A. Heublein, 183-193, 1985. München: Selbstverlag.
147. Was ist eigentlich Ökologie? - arcus (München) 1985 (5), 198-203, 1985.
148. Umweltschutz und Landwirtschaft. In: Aktiver Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland, hrsg. v. G. Fraschka, 83-87. Neckarzimmern (Büro für Publizistik-Verlag G. Fraschka) 1985.

149. Warum ist Artenschutz notwendig? In: "Warum Artenschutz?" Schriftenreihe Deutscher Rat für Landschaftspflege 46, 569-571 und (Red.) 537-565, 1985.
150. Perspektiven der Bodenbewirtschaftung aus Sicht der Landschaftsökologie. In: "Unser Boden. 70 Jahre Agrarforschung der BASF AG", hrsg. v. BASF, 59-73, 82-84, 1985. Köln: Verlag Wissenschaft u. Politik B. v. Nottbeck.
151. Zur Umsetzung ökologischer Forschungsergebnisse in politisches Handeln. - MAB-Mitteilungen (Bonn) 21, 16-31, 1985.
152. Rahmenbedingungen der Landwirtschaft aus der Sicht der Umwelterhaltung. - Bayer. landw. Jahrbuch 62, Sonderheft 1, 15-23, 1985.
153. (Redaktion; Autor der Kapitel 1.1, 4.1, 4.2, 4.6 u. 5.4): Umweltprobleme der Landwirtschaft. Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. 423 S., 83 Abb., 122 Tab. Stuttgart/Mainz: W. Kohlhammer Verlag 1985.
154. Strukturentwicklungen in der Landwirtschaft. Strukturziele aus ökonomischer, umweltpolitischer und gesellschaftspolitischer Sicht - Stellungnahme aus umweltpolitischer Sicht. - In: Landwirtschaft, quo vadis? Die Landwirtschaft im nächsten Jahrzehnt. Hrsg. v.d. Deutschen Landwirtschafts-Ges. - Arbeiten der DLG 187, 100-105, 1986.
155. Golfplätze aus der Sicht des Naturschutzes. - Jb. Naturschutz u. Landschaftspflege 38, 129-135, 1986. Städte- u. Gemeindetag 40, 167-170, 1986.
156. (Hrsg.; mit L. Spandau, J. Schaller (Red.): Mögliche Auswirkungen der geplanten Olympischen Winterspiele 1992 auf das Regionale System Berchtesgaden. - MAB-Mitteilungen (Bonn) 22. V+12+220 S., 38 Abb., 17 Karten, 12 Tab. 1986. (Deutsches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm "Der Mensch und die Biosphäre").
157. Über die menschliche Nutzung von Ökosystemen - unter besonderer Berücksichtigung von Agrarökosystemen. - Verh. Ges. f. Ökologie 14, 13-24, 1986.
158. Umweltschutz Landwirtschaft Boden. Ber. (Bayer.) Akad. f. Naturschutz u. Landschaftspflege (ANL) Laufen 10, 19-26, 1986.
159. Landespflege - eine Standortbestimmung. - VDL-Schriftenreihe (Bonn) 10, 29-39, 1986.
160. National Parks. - In: Ecology and design in landscape (24th Symp. of the Brit.Ecol.Soc.), hrsg. v. A.D. Bradshaw, D.A. Goode u. E. Thorp, 314-353, 1986. (Oxford: Blackwell).
161. Mensch und Natur - ist die Einheit verlorengegangen? - WWF-Journal 3/4, 55-57, 1986 (Sonderheft "25 Jahre World Wildlife Fund").
162. Funktionen des Bodens, Bodennutzungen und Landschaftsverbrauch. - In: Dorf - Landschaft - Umwelt, Verantwortung für die Zukunft, hrsg. v. F. Walk. Internat. Grüne Woche Berlin, Heft 23, 70-74, 1986.
163. (mit I. Burkhardt): La ecología del paisaje y la protección del medio ambiente. - Universitas (span. Ausgabe) 24, 93-99, 1986.
- 163a. (mit I. Burkhardt): Protecting the environment by means of landscape ecology. - Universitas (engl. Ausgabe) 28, 233-238, 1986.
164. Ökologische Prinzipien der Raumausnutzung und Raumgestaltung. In: Schubert, V. (Hrsg.), Der Raum, Raum des Menschen - Raum der Wissenschaft, 269-289. - St. Ottilien: EOS-Verlag (Wissenschaft und Philosophie, Interdisziplinäre Studien, Bd. 4), 1987.
165. Was "Regeln" (umweltgerechten Landbaues) nach Meinung des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen leisten sollen. Arbeitsunterlagen Dt.Landw.Ges. 1987, 6-16.
166. Die Leistungen des Waldes aus ökologischer Sicht. In: gsf Mensch und Umwelt, Sept. 1987, ("Patient Wald"), 5-10, 1987.
167. Umweltpolitische Anforderungen aus der Sicht der Wissenschaft. - In: Landwirtschaft und Umwelt - Fragen und Antworten aus der Sicht der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Ges. f. Wirtschafts- u. Sozialwiss. d. Landbaues 23, 15-24, 1987 (Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag).
168. Zur Umsetzung ökologischer Forschungsergebnisse in politisches Handeln. - Verhandl. Ges. f. Ökologie (Graz 1985) 15, 61-69, 1987.
169. Zum Umweltzustand der Bundesrepublik Deutschland in den 80er Jahren. - In: Gewässerschutz - Wasser-Abwasser 100, 1-20, 1987 Wasserwirtschaft im Spannungsfeld Umweltschutz - 20. Essener Tagung v. 11.-13.3.1987 in Aachen.
170. (mit A. Wurzel): Beispiele für Eingriffe in Natur und Landschaft: Böden und Gewässer.- Schriftenreihe Deutscher Rat für Landschaftspflege 55, 385-389, 1988.
171. (Redaktion u. Autor d. Kap. 1.1, 2.1, 2.2, 3.5): Umweltgutachten 1987 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. Stuttgart: Kohlhammer, 1987, 670 S.
172. Ökologie. - In: Staatslexikon, hrsg. v. d. Görres-Gesellschaft, Bd. 4, Sp. 151-153, 1988. Verlag Herder, Freiburg i.Br.
173. (mit I. Burkhardt): Landschaftsökologie in der Landschaftspflege in Weihenstephan. Ber.z.dt.Landeskde. 62, 155-173, 1988.
174. Wasser aus ökologischer Sicht. - In: Produktionsfaktor Umwelt - Wasser, hrsg. v. d. Verbindungsstelle Landwirtschaft Industrie e.V., D. Schliephake u. C.-M. Hacker. VDI-Verlag, Düsseldorf u. Landwirtschaftsverlag, Münster 1988, 29-37.
175. Über den Umweltzustand der Bundesrepublik Deutschland am Ende der 1980er Jahre. - Korrespondenz Abwasser 35, 1084-1089, 1988.
176. Landschaften auf der Roten Liste oder: Ökologische Reflexionen zur Umweltgestaltung. - In: Grünentwicklung für den ländlichen Raum Chancen einer neuen

- Agrarpolitik, hrsg. v. d. Arb.-Gem. f. Landschaftsentwicklung (AGL), Bonn 160-171, 1988.
177. (mit J. Schaller): Ecological balancing of network structures and land use patterns for land consolidation by using GIS-technology. In: Schreiber, K.-F. (Hrsg.). Connectivity in landscape ecology (Proceedings 2nd Internat. Seminar of the International Association for Landscape Ecology Münster 1987). - Münster'sche Geogr. Arb. 29, 181-190, 1988. Paderborn: F. Schöningh.
178. (mit L. Spandau u. U. Voerkelius): Datenaufbereitung und -auswertung mit einem Geographischen Informationssystem im Rahmen von Bodeninformationssystemen. - In: Bodenschutz, hrsg. v. D. Rosenkranz, G. Einsele u. H.-M. Harreß, Abschn. 3075, 1-40. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1988.
179. (mit L. Eichler): Das Umweltgutachten 1987. Z.f. angew. Umweltforschung (ZAU) 1, 369-376, 1988.
180. (mit F. Duhme, R. Haase, M. Triebswetter et al.): Die Gefährdung des Cappenberger Waldes durch die Nordwanderung des Steinkohlebergbaus bis zum Jahr 2000/2005. Landschaftsökologisches Gutachten. 95 S., 21 Abb., 11 Faltkarten. - Essen: Deutsche Projekt Union GmbH 1988.
181. (mit H. Diefenbach-Fries): Naturschutz zur Erhaltung einer lebenswerten Umwelt. - Informationen für die Truppe, hrsg. v. Bundesministerium der Verteidigung, Bonn 2/89, 90-98, 1989.
182. Nationalparke in ihrer Bedeutung für die regionale Entwicklung und für die Umweltforschung. - In: Festreden zum 10jährigen Bestehen des Nationalparks Berchtesgaden (3./4.10.1988), 15-23, 1989 (Selbstverlag des Nationalparks Berchtesgaden im Auftrag des Bayer. Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen).
183. Differenzierte Bodennutzung im Siedlungsraum. DISP (Dokumente u. Informationen zur Schweiz. Orts-, Regional- und Landesplanung) 99, 18-21, 1989.
184. Umweltverträglichkeit - Anmerkungen zur menschlichen Ökologie. - Verh. Ges. f. Ökologie (Essen 1988) 18, 899-912, 1989.
185. Notwendigkeit und Funktion von Umweltstandards. Jahrbuch 1988 der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 263-295, 1989.
186. Eine andere ländliche Umwelt als Ziel. Bayer. landw. Jahrbuch 66, Sonderheft 1, 41-47, 1989.
187. Zur Problematik der Landwirtschaftsklauseln im Naturschutzrecht. - Z.f. angew. Umweltforsch. (ZAU) 2, 103-107, 1989.
188. Integration sozial- und naturwissenschaftlicher Informationen im Rahmen von methodischen Anforderungen an Erfassungs- und Bewertungsansätze zur "Integrierten Umweltberichterstattung". - In: Perspektiven der Wirtschafts- und Umweltberichterstattung, hrsg. v. C. Leipert u. R. Zieschank, 87-96. Berlin: edition sigma 1989.
189. Globale Umweltproblematik als gemeinsame Überlebensfrage - neue Kooperationsformen zwischen Ost und West. Bergedorfer Gesprächskreis, Protokoll Nr. 87, 18-26; 58-59, 1989.
190. (mit J. Schaller): MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Methodenentwicklung für die Ökosystemforschung. Methodology for Ecosystem Research. - MAB-Mitteilungen (Bonn) 31, 13-42, 1989.
191. MAB work and LTER - a personal commentary. - MAB-Mitteilungen (Bonn) 31, 267-272, 1989.
192. (mit R. Lenz): The actual spatial distribution of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in some regions of West Germany in comparison with natural conditions. - Studies in Plant Ecology 18, 159, 1989.
193. (mit R. Bachhuber, W. D. Grossmann u. R. Lenz): Hypothesensimulation zum Waldsterben in Schwerpunktforschungsräumen der Bundesrepublik Deutschland. In: Internat. Kongreß Waldschadensforschung: Wissensstand und Perspektiven (Friedrichshafen 2.-6.10.1989) hrsg. v. Forschungsbeirat Waldschäden/Luftverunreinigungen. Poster-Kurzfassungen Bd. II, 337-338, 1989.
194. Golfplätze und Naturschutz. - In: Golf, Faszination eines Weltsports, hrsg. v. H. Valérien, S. 124-128. München: Südwest Verlag 1989.
195. Instrumentarien des Naturschutzes und der Landschaftspflege zur Erhaltung von Natur und Landschaft in Bereichen mit ausgeprägter Freizeinutzung. - Materialien Bayer. Staatsmin. f. Landesentwicklung u. Umweltfragen 65, Teil 3, 17 S., 1990. (Symposion 200 Jahre Erholung in Bayern, 5. Juli 1989).
196. Intensivwirtschaft. - In: Haug, G., Schuhmann, G., Fischbeck, G. (Hrsg.), Pflanzenproduktion im Wandel. Neue Aspekte in den Agrarwissenschaften, 481-498. Weinheim: VCH Verlagsges. mbH 1990.
197. Umweltzustand der Bundesrepublik Deutschland Ende der 80er Jahre. - In: Krupp, H. (Hrsg.), Technik-Politik angesichts der Umweltkatastrophe, 31-45. Heidelberg: Physica-Verlag 1990. (Text identisch mit Nr. 498).
198. Using landscape ecology in planning and management. - In: Changing landscapes: An ecological perspective, hrsg. v. I.S. Zonneveld u. R.T.T. Forman, 217-232. New York/Berlin: Springer Verlag 1990.
199. Landwirtschaft und ländlicher Raum im technisch-industriellen Zeitalter. Eine ökologische Betrachtung. In: Unger, F., König, F. (Hrsg.), Und wir haben doch eine Zukunft, 265-271. Freiburg i. Br.: Herder, 1990.
200. (mit F. Duhme): Naturraumspezifische Entwicklungsziele als Kriterium zur Lösung regionalspezifischer Zielkonflikte. - Raumforschung u. Raumordnung 48, 84-91, 1990.
201. (mit A. Pirkel u. B. Riedel): Umweltverträglichkeit für Maßnahmen zur Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes". - Z.f. angew. Umweltforsch. (ZAU) 3, 148-163, 1990.

202. Basic concepts of landscape ecology and their application in land management. - *Physiology and Ecology Japan* 27 (Special Number), 131-146, 1990. ("Ecology for Tomorrow", hrsg. v. H. Kawanabe, T. Ohgushi, M. Higashi).
203. Basiswissen Umweltpolitik - Wirkungsbereich: Boden. - In: *Basiswissen Umweltpolitik*, Hrsg.: U.E. Simonis, 88-97, Berlin: edition sigma Bohn, 1990.
204. Einführung in das Rundgespräch "Welche Natur wollen wir schützen?" - Rundgespräche d. Kommission f. Ökologie (Bayer.Akad.d.Wissenschaften) 1, 7-12, 1990.
205. (mit L. Spandau u. K. Tobias): Die Forschungskonzeption des MAB 6-Projektes "Ökosystemforschung Berchtesgaden" - Der Einfluß des Menschen auf alpine Ökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden als Beispiel für interdisziplinäre Ökosystemforschung. In: *Texte d. Umweltbundesamtes 7/90*, 18-39. Berlin: Umweltbundesamt 1990.
206. (mit L. Spandau u. K. Tobias): Ökosystemforschung Berchtesgaden - Schlußbericht über die Arbeiten der Fachdisziplinen. In: *Texte d. Umweltbundesamtes 15/90*, Teil 1, 237 S. Berlin: Umweltbundesamt 1990.
207. (mit J. Schaller): Dillinger Donauried. Landschaftsökologische Rahmenuntersuchung zum Kiesabbau. *Schriftenr. d. Bayer. Sand- u. Kiesindustrie*, München, Heft 4/90, 93 S., 6 Abb., 17 Karten u. 21 Tabellen, 1990.
208. (mit R. Lenz): Kritische Anmerkungen zur Forstdüngung aus landschaftsökologischer Sicht. - *Natur u. Landschaft* 65, 382-387, 1990.
209. (mit R. Lenz): Long-term assessment of spruce vitality in the Fichtelgebirge (West Germany) under ongoing acid deposition. - *Vegetatio* 89, 121-135, 1990.
210. Ökologische Anforderungen an die ordnungsgemäße Landwirtschaft. - *VDLUFA-Schriftenreihe* 30, 7-12, 1990 (Kongreßband Bayreuth 1989).
211. Einführung in die Thematik des Kolloquiums "Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Böden" (Lindau, 15.-17.5.1990) - *VDI-Berichte* 837, 15-25, 1990.
212. Landtechnik im Streiflicht. - *Landtechnik* 45, 395, 1990.
213. (mit R. Lenz, P. Schall, R. Bachhuber, W.D. Grossmann, K. Tobias u. H.F. Kerner): Prüfung von Hypothesen zum Waldsterben mit Einsatz dynamischer Feedbackmodelle und flächenbezogener Bilanzierungsrechnung für vier Schwerpunktforschungsräume der Bundesrepublik Deutschland. - *Berichte Forschungszentrum Wald-ökosysteme* (Göttingen), Reihe B, Bd. 20, Teil I: 132 S., 28 Abb., 30 Tab. (Teil II siehe folgende Nr.), 1991.
214. (mit H.F. Kerner u. P. Schall): Photosynthese und Transpiration von *Picea abies* (L.) Karst. im Ebersberger Forst. Abschlußbericht. (Ökologie der forstlichen Produktion im Rahmen des Internationalen Biologischen Programms (IBP)). - *Berichte Forschungszentrum Wald-ökosysteme* (Göttingen), Reihe B, Bd. 20, Teil II: 53 S., 42 Abb., 4 Tab. 1991.
215. (mit R. Bachhuber, R. Lang u. R. Lenz): Dokumentation und Übergabe der Daten zur Hypothesensimulation zum Waldsterben an die Ökosystemforschungszentren Göttingen und Bayreuth. - *Berichte Forschungszentrum Wald-ökosysteme* (Göttingen), Reihe B, Bd. 21, Teil A: Datendokumentation. 146 S., Teil B: Kartendokumentation. 88 S., 88 Karten, 1991.
216. Auswirkungen der Extensivierung auf die Umwelt einer Industriegesellschaft. Gedanken zu einer De-Intensivierung der Landwirtschaft. *Archiv DLG* 84, 41-52, 1991 (Vorträge der DLG-Wintertagung "Extensive Landwirtschaft - Wunschbild oder reale Chance?" am 17.1.91 in Wiesbaden); *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 3/91, 94-99, 1991.
217. (mit B. Riedel u. R. Theurer): Praxisgerechte Arbeitsanleitung zur ökologischen Bilanzierung in der Flurbereinigung. - *Z.f.Kulturtechnik u. Landentwicklung* 32, 137-149, 1991.
218. (mit G. Halbritter u. S. Krieger): Von der Abfallbeseitigung zur Abfallwirtschaft - das Abfallwirtschaftsgutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. *Z.f.angew.Umweltforschung* (ZAU) 4, 22-35, 1991.
219. (Mitarbeit): Begriffe aus Ökologie, Umweltschutz und Landnutzung. 2. Auflage. 125 S. - Laufen/Salzach: Bayer. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL, Informationen Nr. 4) und Frankfurt (Main): Dachverband wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung (DAF). 1991. (vgl. Nr. 367).
220. Anforderungen an umweltgerechte Agrarökosysteme der Zukunft. - *agrarspectrum* 18, 19-30, 1991 (Frankfurt/Main).
221. Zur Bedeutung der Landwirtschaft in der Industriegesellschaft. - *Stiftung F.V.S. zu Hamburg*, (Schriftenreihe) Justus-von-Liebig-Preise 1990, 16-21, 1991.
222. (mit R. Lenz): Zur Frage von Zielkonzeption für die Forstwirtschaft aus landschaftsökologischer Sicht. *Allg. Forst Z.* 46, 528-531, 1991.
223. (mit B. Riedel u. R. Theurer): Ökologische Bilanzierung in der ländlichen Neuordnung. - *Materialien z. ländlichen Neuordnung*, Heft 23, 77 S. + 23 S. Anhang, 14 + 12 Abb., 23 Tab., 4 Faltkarten. München: Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1991.
224. (mit W. Gertberg f. Rat von Sachverständigen für Umweltfragen): Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung. (Sondergutachten Oktober 1990). 67 S., 14 Abb., 2 Tab. - Stuttgart: Metzler Poeschel 1991.
225. (mit S. Krieger): Effektiver Umweltschutz durch Umweltbeobachtung - das Sondergutachten des Umweltrates. - *Zeitschrift f. Angew. Umweltforschung* (ZAU) 4, 283-288, 1991.
226. (mit L. Spandau, U. Voerkelius u. G. Zilbauer): Ökologische und ökonomische Bewertung der Produktion und Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe. Teil II. Ökologische Bewertung (89NR007). - *Forschungsdokumentation Produktions- und Verwendungsalternativen für*

- die Land- und Forstwirtschaft - Nachwachsende Rohstoffe, hrsg. v. Bundesamt f. Ernährung und Forstwirtschaft, S. 634-643, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 1991.
227. (mit G. Geller, K. Kleyn u. A. Lenz): "Bewachsene Bodenfilter" zur Reinigung von Wässern (Abwässer, Grundwasser, Oberflächengewässer). *Verh.Ges.f.Ökologie* 20, 477-486, 1991.
228. Kulturlandschaft versus Naturlandschaft. Zur Notwendigkeit der Bestimmung ökologischer Ziele im Rahmen der Raumplanung. - *Raumforschung u. Raumordnung* 49, 106-112, 1991.
229. 25 Jahre Ökologie in Weihenstephan. - *Mitt. der TU München (TUM)* 226, 1, 1991/1992, S. 3-11; *Schule und Beratung H. 4*, 1/8-11, 1992 sowie in *Bayer.landw.Jahrbuch* 69, Sonderheft 2, 25-39, 1992.
230. Erfahrungen und Erkenntnisse aus 25 Jahren der Lehre und Forschung in Landschaftsökologie: Kann man ökologisch planen? In: 25 Jahre Lehrstuhl für Landschaftsökologie in Weihenstephan mit Prof. Dr.h.c. W. Haber (Festschrift). Hrsg.: F. Duhme, R. Lenz u. L. Spandau. S. 1-28. Freising: Freunde der Landschaftsökologie Weihenstephan e.V. 1992.
231. Bücher zum Artenschutz - der neue Weg von Baden-Württemberg. - *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* 8, 15-18, 1992.
232. Grenzüberschreitender Umweltschutz in Europa. - *Mainauer Gespräche, Schriftenreihe der Lennart-Bernadotte-Stiftung* 8, 15-26; 55-56; 70, 1992.
233. Leitbilder für die Stadtentwicklung aus ökologischer Sicht. - In: *Stadtökologie*. Hrsg.: Bayer. Akademie der Wissenschaften. S. 89-96. München: Pfeil, 1992 (Rundgespräche der Kommission für Ökologie/Bayerische Akademie der Wissenschaften 3).
234. Ökologische Auswirkungen der verschiedenen Verfahren des Umgangs mit Abfällen. - In: *Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Verwertung von Müll*. Hrsg.: Bayer. Akademie der Wissenschaften. S. 97-105. München: Pfeil, 1992 (Rundgespräche der Kommission für Ökologie/Bayerische Akademie der Wissenschaften 4).
235. Schlußwort (zum Rundgespräch über Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Verwertung von Müll). - In: *Siehe Nr. 637*, S. 123-126.
236. Landschaftsökologische Erkenntnisse als Grundlage wirtschaftlichen Handelns. - In: *Betrieblicher Umweltschutz*. Hrsg.: E. Seidel. S. 15-30. Wiesbaden: Gabler, 1992.
237. (mit G. Halbritter): Technikfolgenforschung aus ökologischer Sicht. - In: *Aspekte und Perspektiven der Technikfolgenforschung*. Hrsg.: VDI-Technologiezentrum, Physikalische Technologien, im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie, S. 55-58. Bonn, 1992.
238. "Nachhaltige Regionalentwicklung" aus der Sicht des Ökologen. Ansätze einer Umorientierung. - *Politische Ökologie* 10, Sonderheft 4, 13-20, 1992.
239. (mit J. Salzwedel): Umweltprobleme der Landwirtschaft. *Sachbuch Ökologie*. Hrsg.: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1992. 176 S., 29 Abb., 13 Tab.
240. (mit R. Lenz): Approaches for the restoration of forest ecosystems in northeastern Bavaria. - *Ecological Modelling* 63, 299-317, 1992.
241. Ökologie - die neue Sicht? - In: *Jahrhundertwissenschaft Biologie?! Aktueller Stand der Biowissenschaften in Deutschland*. Hrsg.: P. Präve. S. 91-96. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft 1992
242. a) On transfer of scientific information into political action. Experiences from German Federal Council of Environmental Advisors. - *Ecology International (Intecol Bulletin)* 20, 3-13, 1992.  
b) Environmental attitudes in Germany: the transfer of scientific information into political action. - In: Berry, R.J. (Ed.), *Environmental dilemmas - Ethics and decisions*, S. 33-46. London/New York: Chapman & Hall 1993 (Etwa gleicher Teil wie a).
243. Umweltbegriff - Umweltmedien - Umweltsystem. - In: Dreyhaupt, F.J., Peine, F.-J., Wittkämper, G.W. (Hrsg.), *Umwelt-Handwörterbuch*, 2-14. - Berlin/Bonn/Regensburg: Walhalla Verlag, 1992.
244. Abschlußdiskussion - Bodenschutz-Seminar. In: *Bodenbelastung und Wasserhaushalt, Statusseminar Bonn 28.2.-2.3.1990*. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich (Berichte aus der Ökologischen Forschung Bd. 7). S. 203-212, 1992.
245. Wasser- und Bodenschutz aus ökologischer Sicht. - In: Dohmann, M. (Hrsg.), *Wasser- und Bodenschutz - Anspruch und Wirklichkeit. - Gewässerschutz, Wasser, Abwasser*, Bd. 135, 59-68. Aachen 1993.
246. Von der ökologischen Theorie zur Umweltplanung. - *Gaia (Heidelberg)* 2, 96-106, 1993.
247. Über die Zukunft der ländlichen Kulturlandschaft in Bayern. - In: Schuh, A., Bauer, O. (Hrsg.), *Bayerische Agrar- und Forstpolitik. Ansichten - Aussichten*, S. 57-60. München: Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1993.
248. Möglichkeiten der Risikoabschätzung in der Ökologie und ihre Konsequenzen für die Entwicklung von Kriterien zur Vermeidung ungewollter Freisetzungseffekte aus Sicht des Naturschutzes. - In: Bartsch, D., Sukopp, H. (Hrsg.), *Ermittlung und Bewertung des ökologischen Risikos beim Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen (Dokumentation eines Fachgespräches am 14./15. Oktober 1991)*. - *Texte Umweltbundesamt* 20/93, 203-217, 221-223, 1993.
249. (mit G. Halbritter): Vermeidung und Verwertung von Abfällen - Zur Konzeption des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen im Sondergutachten "Abfallwirtschaft" - In: Sutter, H., Held, M. (Hrsg.), *Stoffökologische Perspektiven der Abfallwirtschaft*, S. 24-41. - Berlin: Erich Schmidt, 1993 (Abfallwirtschaft in Forschung u. Praxis Bd. 57).
250. (mit J. Schaller): Ecosystem research in the National Park Berchtesgaden. Spatial relations among landscape

- elements quantified by ecological balance methods. In: International Center for the Alpine Environment (ICALPE) (Hrsg.), Environmental information systems, S. 43-60. Le Bourget-du-Lac (France): ICALPE. 1993.
251. Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes. 98 S., 12 Abb., 4 Tab. Bonn: Economica Verlag 1993. (Umweltschutz - Grundlagen und Praxis Bd.1).
252. Ökologische Stabilität. In: Kuttler, W. (Hrsg.), Handbuch zur Ökologie, S. 270-274. - Berlin: Analytica Verlagsges. 1993. (Handbücher zur angewandten Umweltforschung Bd.1).
253. (mit F. Duhme, S. Pauleit, J. Schild u. R. Stary): Quantifizierung raumspezifischer Entwicklungsziele des Naturschutzes, dargestellt am Beispiel des Kartenblattes 7435 Pfaffenhofen. - Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), Bd. 125. 107 S., 4 Abb., 16 Karten, 28 Tab. Hannover: ARL 1993.
254. Umweltschutz als Verantwortung der privaten Haushalte. - In: Gräbe, S. (Hrsg.), Private Haushalte im Spannungsfeld von Ökologie und Ökonomie, S. 11-29. Frankfurt/New York: Campus Verlag 1993. (Reihe Stiftung "Der private Haushalt" Bd. 20).
255. Alexander Kohler zum 60. Geburtstag. - Berichte des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie der Univ. Hohenheim, Heft 2, 5-6, 1993.
256. Concluding remarks. - In: Lieth, H., Lohmann, M. (Ed.), Restoration of tropical forest ecosystems, S. 251-253. Dordrecht/Boston/London: Kluwer 1993. (Tasks for vegetation science Vol. 30).
257. Naturschutz und Landschaftspflege Ursprünge, Gegenwartsprobleme und Zukunftsperspektiven aus naturwissenschaftlicher Sicht. - In: Naturschutz- und Landschaftspflegerecht im Wandel. 8. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht vom 23. bis 25. September 1993. S. 5-27, 83-92. Heidelberg: R.v.Decker, G. Schenck 1993. (Schriftenreihe Umwelt- und Technikrecht - UTR - der Univ. Trier Bd. 20).
258. Brache aus ökologischer Sicht. Der Architekt 10/93, 573-575, 1993.
259. Menschliche Einflüsse auf Hochgebirgsökosysteme. - Biologie in unserer Zeit 23, 276-285, 1993.
260. Stadt und Land Wesen der Kulturlandschaft. (Schriftenreihe) Deutscher Rat für Landespflge 63, 38-46, 1993. ("Wege zur naturnahen Landnutzung in den neuen Bundesländern").
261. Vom rechten und falschen Gebrauch der Ökologie. Eine Wissenschaft und ihr Dilemma, Regeln für den Umgang mit Umwelt abzuleiten. - Naturschutz und Landschaftsplanung 25, 187-190, 1993.
262. (mit R. Lenz, A. Müller u. U. Schläfer): Aufbau des Geographischen Informationssystems im FAM. Abschlußbericht FAM Aufbauphase 1990-1992, FAM-Bericht 3, 245-257, 1993.
263. Ein Wegbereiter der Agrarökologie. - Phytocoenologia 23 (Festschrift zum 80. Geburtstag von H. Ellenberg), 11-17, 1993.
264. (mit R. Lang, A. Pirkl, B. Riedel, U. Voerkelius u. G. Zilbauer): Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Nutzungen. - In: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, hrsg. v. Hydro Agri Dülmen GmbH (Red. J. Quade), 12. Auflage, 420-426, 1993.
265. (mit R. Lang, B. Jessel, L. Spandau, J. Köppel u. J. Schaller): Entwicklung von Methoden zur Beurteilung von Eingriffen nach § 8 Bundesnaturschutzgesetz. - Baden-Baden: Nomos Verlagsges. 290 S., 1993.
266. Über das Arten- und Biotopschutzprogramm von Bayern. - In: Dynamik von Flora und Fauna - Artenvielfalt und ihre Erhaltung. Hrsg.: Bayer. Akademie der Wissenschaften, S. 143-148. München: Pfeil 1993. (Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bayer. Akademie der Wissenschaften 6).
267. Über die Entwicklung der Naturschutzgesetzgebung. - In: Probleme der Umweltforschung in historischer Sicht. Hrsg.: Bayer. Akademie der Wissenschaften, S. 221-231. München: Pfeil 1993. (Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bayer. Akademie der Wissenschaften 7).
268. Naturdiversität und Naturschutzdiversität. Lauffer Seminarbeiträge 1/93, 15-19, 1993 (erschienen 1994).
269. (mit H.W. Brabänder, M. Kähne, H.J. Sturies u. C. Thoro): Konzeption zur verstärkten Aufforstung landwirtschaftlicher Flächen. Agrarsoziale Gesellschaft, Ländlicher Raum 7/8, 1993; Schule u. Beratung (München), Heft 3/94, III-20 bis IV-24, 1994.
270. Straßenbau und Ökologie. - In: Vier Vorträge aus dem rotarischen Jahr 1991/92, Hrsg.: Rotary Club Freising, 12 S. 1993.
271. Vortrag des Preisträgers. In: Deutscher Umweltpreis 1993, hrsg. v.d. Deutschen Bundesstiftung Umwelt, S. 79-93, 1993 (erschienen 1994).
272. Nachhaltige Entwicklung - aus ökologischer Sicht. - Zeitschrift f. angew. Umweltforschung (ZAU) 7, 9-13, 1994.
273. Ist "Nachhaltigkeit" (sustainability) ein tragfähiges ökologisches Konzept? - Verh. Ges. f. Ökologie 23, 7-17, 1994.
274. Nachhaltige Nutzung: Mehr als ein neues Schlagwort? - Raumforschung und Raumordnung 52, 169-173, 1994.
275. System ecological concepts for environmental planning. In: Ecosystem Classification for Environmental Management. Ed.: F. Klijn. S. 49-67. Den Haag: Kluwer Publ., 1994.
276. The impact of increased nitrogen levels on the temperate zone biosphere in Europe. - Nova Acta Leopoldina NF 70, Nr. 288, 424-428, 430-435, 1994.
277. 62 Begriffe aus Umweltschutz, Umweltplanung, Naturschutz, Landnutzung und Ökologie. - In: VDI-Lexikon Umwelttechnik. Hrsg.: F.-J. Dreyhaupt. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994.

278. Die Durchdringung aller Wissensbereiche durch die Ökologie: Eine wissenschaftliche Revolution? - In: Kurswechsel oder Untergang. Die ökologische Rettung der Natur, hrsg. v. E.H. Prat, S. 35-44. Frankfurt a.M.: Peter Lang 1994.
279. 7 Beiträge (Landschaft; Nachhaltigkeit; Natur; Naturhaushalt; Natürliche Ressourcen; Ökologie; Umwelt) zum Handwörterbuch der Raumordnung, Hrsg.: Akademie für Raumforschung und Landesplanung Hannover 1995.
280. (mit G. Sutor): Ökologische Bewertung von nachwachsenden Rohstoffen. - Rundgespräche der Kommission für Ökologie der Bayer. Akademie der Wissenschaften 9, 143-149, 1994.
281. "Sustainability" und "Sustainable Development" ökologisch kommentiert. In: Dauerhafte, umweltgerechte Raumentwicklung, hrsg. v.d. Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), S. 156-187. Hannover: Verlag der ARL 1994 (Arbeitsmaterial ARL Nr. 212).
282. Das Nachhaltigkeitsprinzip als ökologisches Konzept. - In: Nachhaltigkeit in naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Perspektive, hrsg. v. P. Fritz, J. Huber u. H.W. Levi, S. 17-30. Stuttgart: S. Hirzel u. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft 1995 (Edition Universitas), sowie in: Herrenalber Protokolle 109, 7-25, 1996 (Zukunft für die Erde. Nachhaltige Entwicklung als Überlebensprogramm, Bd. 1). Karlsruhe: Evang. Akademie Baden.
283. (mit A. Wurzel u. K. Koropp): Stätten des Weltkulturerbes in Potsdam. - Geograph. Rundschau 47, 372-375, 1995.
284. (mit J. Engelfried u. D. Wabner): Vereinheitlichung der Methoden zur Untersuchung von Umweltverträglichkeit" - Zeitschr. f. angew. Umweltforschung (ZAU) 8, 373-384, 1995.
285. Zeitmaße der Natur. Ökologische Betrachtungen zur Zeit. - In: Von Rhythmen und Eigenzeiten, hrsg. v. M. Held u. K.A. Geißler, S. 31-41. Stuttgart: S. Hirzel u. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft 1995 (Edition Universitas).
286. Concept, origin and meaning of "landscape" - In: Cultural Landscapes of Universal Value. Components of a Global Strategy. Eds. B. von Droste, H. Plachter u. M. Rössler, S. 38-41. Jena/Stuttgart/New York: Gustav Fischer 1995.
287. (mit O. Fränzle u. W. Schröder): Proposal for a global concept for monitoring terrestrial ecosystems as a basis for harmonization of environmental monitoring. In: Global Monitoring of Terrestrial Ecosystems. Eds. W. Schröder, O. Fränzle, H. Keune u. P. Mandry. S. 195-205. Berlin: Ernst & Sohn 1996.
288. (mit R. Lenz): Classification theory of ecological systems - are the generalizations only the exceptions? - Bulletin Ecol. Society of America 77, 62-64, 1996.
289. Landwirtschaft gestaltet unsere Umwelt - Erkenntnisse statt Wunschbilder. agronomical (Düsseldorf) 1/96, 8-10, 1996.
290. Von der Schwierigkeit der Abwägung zwischen Eingriffen in Natur und Landschaft - Zum Ausbau der Donau zwischen Straubing und Vilshofen. - Verhandlungen des Ges. f. Ökologie 25, 287-294, 1996 (Festschrift für Reinhard Bornkamm).
291. Die ökologischen Grenzen menschlichen Handelns. In: Nachhaltigkeit 2000 - tragfähiges Leitbild für die Zukunft? Hrsg.: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (F. Brickwedde), S. 73-97. (1. Internationale Sommerakademie St. Marienthal.) Bramsche: Rasch, 1996.
292. Bedeutung unterschiedlicher Land- und Forstbewirtschaftung für die Kulturlandschaft - einschließlich Biotoptyp- und Artenvielfalt. - In: Linckh, G., Sprich, H., Flaig, H. & Mohr, H. (Hrsg.), Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft. Expertisen. S. 1-26. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 1996.
293. Erwartungen an die Agrarforschung aus der Sicht des Naturschutzes. - agrarspectrum (Schriftenreihe des Dachverbandes der wissenschaftlichen Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung) 25, 124-131, 1996. (Standortbestimmung und Perspektiven der agrarwissenschaftlichen Forschung).





# Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz

Peter WÖRNLE

## 1 Warum benötigt auch der Naturschutz Öffentlichkeitsarbeit ?

Der Beirat für Naturschutz und Landschaftspflege beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat Anfang 1995 ein Naturschutzdilemma konstatiert und dabei neben der Ursachenschilderung und den Defiziten auch Verbesserungsvorschläge für die Kommunikation von Naturschutz und Öffentlichkeit aufgezeigt. So sollten u.a. die Erkenntnisse der Kommunikationsforschung und -praxis bei der Ausbildung von Biologen, Planern und Verwaltungsfachleuten berücksichtigt werden. Die Anliegen des Naturschutzes, einschließlich wissenschaftlicher Erkenntnisse, sind demnach allgemeinverständlich und leicht zu-

gänglich zu veröffentlichen. Hierzu gehört es, den Naturschutz sprachlich klar, stilistisch angemessen und positiv-werbend darzustellen.

Aus den Erfahrungen mit Naturschutzarbeit vor Ort und der Durchführung einiger Lehrgänge zum Thema wird hier eine Übersicht versucht, die Hinweise für die Praxis geben soll.

## 2 Öffentlichkeitsarbeit, Werbung, .... klare Begriffe sind notwendig !

Eine Reihe von Bezeichnungen wird im Zusammenhang mit Öffentlichkeitsarbeit verwendet. Hierzu gehören: Public Relations, Werbung und Social Marketing.

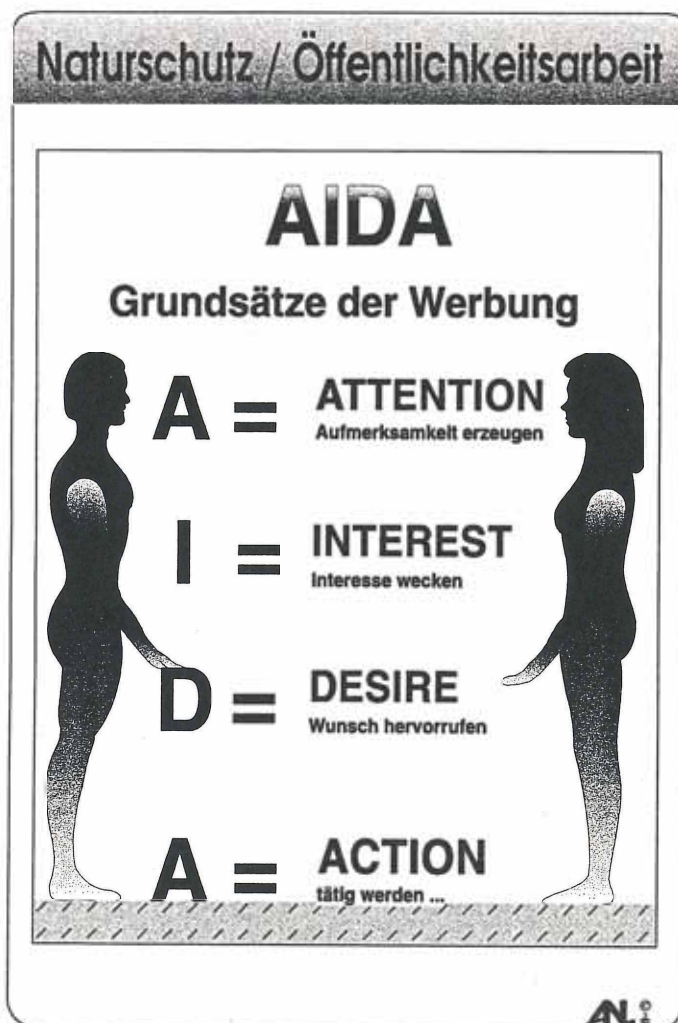


Abbildung 1

"Natürliche" Grundsätze der Werbung

Interessanterweise steht in manchen Nachschlagewerken "Öffentlichkeitsarbeit" mit dem direkten Verweis auf "Public Relations (PR)", was die Herkunft aus dem Amerikanischen zeigt, wo der Begriff bereits Ende des letzten Jahrhunderts eingeführt wurde. Die wörtliche Übersetzung bedeutet "öffentliche Beziehungen". Damit wird die Pflege der Beziehungen zwischen einem Auftraggeber und einer für ihn wichtigen Öffentlichkeit bezeichnet. Ziel ist es ein Klima des Einverständnisses und Vertrauens zu schaffen. Verbände und Behörden bedienen sich dieses Instruments in der Regel durch Pressemitteilungen.

Werbung ist am Verkauf von Gütern und Dienstleistungen interessiert. Beide Begriffe PR und Werbung entstammen dem Marketing, das sich aber nicht alleine am Verkauf von Waren und Dienstleistungen orientieren muß, sondern sich in Form des "Social Marketing" auch um die Förderung ideeller Werte bemüht. Als typische Beispiele können Aktionen der Kirchen zur Unterstützung von Hilfsaktionen genannt werden. Nachdem es sich beim Naturschutz nicht in erster Linie um Wissen über die Natur, sondern um Einstellungen zu ihr und ideelle Werte handelt, sind alle geeigneten Maßnahmen, Naturschutz in der Öffentlichkeit zu unterstützen, dem Social Marketing zuzuordnen. Die dabei meistens verwendeten Methoden und Mittel finden sich beim Instrumentarium der üblichen PR-Arbeit.

### 3 Schwaches Bild des Naturschutzes in der Öffentlichkeit

Für das o.a. Naturschutzdilemma in den Medien listet der Beirat beim BMU verschiedene Ursachen auf. Hier folgen einige Beispiele. Beim Wettbewerb um Einschaltquoten werden Themen mit hohem Aufmerksamkeitswert, z.B. ferne Natur, Ereignisse mit Katastrophencharakter oder Sympathie-Tierarten bevorzugt. In den Redaktionen fehlen i.d.R. Umwelt- oder Naturressorts. So spielen in der Ausbildung von Journalisten Natur- und Umweltschutz auch keine Rolle. Im Bezug auf die "Naturschützer" selbst wird ihre mangelnde PR-Ausbildung beklagt, ebenso wie die unzureichende Darstellung von Naturschutzthemen in den Medien, was oft auf wenig professionelle Pressearbeit zurückzuführen ist. Hierbei könnten die Naturschutzmitarbeiter aber ohne großen Aufwand Verbesserungen erreichen, ohne selbst zu journalistischen Fachkräften aufsteigen zu müssen.

E. ERNST (1994) hat sich im Rahmen seiner Diplomarbeit näher mit der Öffentlichkeitsarbeit für Naturschutz durch das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen beschäftigt. Dabei kam u.a. heraus, daß um der Wirksamkeit willen eine noch wesentlich stärkere Orientierung an speziellen Zielgruppen erforderlich ist. Hierzu gehören die regionale Verortung z.B. in der jeweiligen Stadt, dem Regierungsbezirk oder dem Naturraum, aber auch die Zuordnung zu Alters- oder

Berufsgruppen bzw. ebenso Freizeitaktivitäten der Angesprochenen, wie Gartenarbeit oder Sport.

Besonders kritisch setzt sich W. ERZ seit Jahren mit der Naturschutzwerbung auseinander. So vergleicht er den Ansatz der Deutschen Werbewirtschaft unter dem Motto "think big" mit der kleinkarierten Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz. An großzügigem Denken in Form und Inhalt mangle es z.B. bei der Plakat- und Posterwerbung. Und so fragt er auch: "hängen die meisten Naturschutzposter nicht in den Amts- und Arbeitszimmern des Naturschutzes selbst?"

### 4 Werbung - von Profis lernen

"Werbung" ist ein Prinzip in der Natur. Als Beispiel dafür kann die Ausgestaltung oder die Farbe von Blüten genommen werden, die auf diese Weise Insekten auf sich aufmerksam machen. So nimmt es nicht wunder, daß sich das Marketing vergleichbarer Mechanismen für die Werbung bedient. Das Kürzel AIDA in Abb.1 zeigt, welche Leitgedanken sich "vom Aufmerksamkeit erzeugen" bis zum "tätig werden" verbinden. Auffällig ist, in welchem Maß Naturmotive in der Werbung Platz finden. Wasserfälle stehen für Duschgels; die Weiten des Meeres müssen herhalten, um Lust auf frisches Bier zu machen. Eine Kampagne der Automobilfirma BMW stand unter dem Motto "Mobilität ist Leben". Alle Motive der acht ganzseitigen Annoncen in Zeitungen und Zeitschriften waren aus der freien Natur bzw. der Kulturlandschaft ausgewählt. Fischschwärme und Schafherden, Pinguine und Schlittenhunde alles steht für Zusammenarbeit und Kommunikation, was auf unser Verhalten im Straßenverkehr übertragen werden sollte. So überrascht es nicht, daß dieses Projekt als "Beste Werbekampagne 1994" ausgezeichnet wurde (Abb.2).

Was können wir für die werbliche Arbeit im Naturschutz daraus ableiten? Zunächst geht es darum, uns selbst darüber klar zu werden, was wir eigentlich im Einzelfall wollen. Diese Botschaft müssen wir zunächst für uns selbst formulieren, um sie dann bei einem Plakat, einer Annonce, einem Faltblatt oder Zeitungsartikel zu vermitteln. Und: nutzen wir doch "Motive" aus der Natur für unsere ureigensten Naturschutzanliegen. An pfliffigen "Naturerfindungen", die z.B. in die Bionik Eingang gefunden haben, nach dem Prinzip "von der Natur lernen" oder ganz konkret an qualitativ hochwertigen Photographien wird es gewiß nicht mangeln! Schwerer tun wir uns mit Sicherheit bei dem, was uns die Werbung beim Anpreisen eines Produkts unterschwellig suggerieren will, nämlich damit auch Glück, Ansehen oder Erfolg zu erwerben. Doch was bieten wir i.d.R. an?... Verbote statt Angebote, Katastrophenszenarien statt Beispielen erfolgreicher Naturschutzarbeit, bitteren Verzicht statt Freiheit und Lebensfreude, überdimensionierte Ernsthaftigkeit statt Witz und Selbstironie.. Haben wir wirklich nicht mehr zu bieten, oder doch? Freude am Einsatz

## Sie reisen ohne Stau. Und wir?



### Mobilität ist Leben

Zwei Zehntel Sekunden dauert es, bis jeder Vogel in einem 200 m langen Schwarm die Information über eine Richtungsänderung hat. Und es bewegt sich alles: der Körmel, die Natur, wir Menschen. Unser Lebensstil, individuelle Mobilität. Es ist unsere Aufgabe, sie verantwortlich zu sichern - eine technische und organisatorische, eine ökonomische und ökologische Herausforderung.

### Unternehmen Mobilität

Strei: Im Nu eines Augenblicks Tempo aufnehmen, Kurs halten, ruckzuck den Kurs korrigieren. Und nicht anstoßen, rechts oder links. Stoß keine Kollision.

Vögel kennen diesen Strei nicht, soweit wir wissen. Die Natur hat offenbar ihre eigenen intelligenteren Info-Systeme. Vögel informieren einander besser, als wir das im Verkehr bisher konnten.

An besseren Informationsnetzen im Verkehr arbeiten wir. Noch in diesem Jahr können Sie Ergebnisse sehen.

Zum Beispiel auf dem Autobahn-Zubringer zum Flughafen München: Dort planen wir neue Baken, die bei Gefahr blinken - auch wenn die Gefahr hinter der nächsten Kurve verborgen ist oder, noch schlimmer, im Nebel.

Wir haben dieses System als ein Element von Verkehrs-Management-Projekten entwickelt. In allen Projekten geht es um ein besseres Miteinander von Autos, Bussen und Bahnen. Motto: Je näher ans Zentrum, desto wichtiger wird der öffentliche Verkehr. Der Grund dafür ist einfach: Freude am Fahren gilt nicht im Stau.

Wenn Sie mehr wissen wollen über das BMW Verkehrs-Management, schreiben Sie bitte oder rufen Sie an: BMW AG, Abt. Information, 80798 München, Tel. 0130-3388.

**BMW AG**

Abbildung 2

Kampagne der Münchner Werbeagentur PROMAR für den Autokonzern BMW

für Leben in den unterschiedlichsten Formen, Stauen über die Natur und ihre Zusammenhänge im Großen und im Kleinen verbunden mit der Begeisterung dies den Mitmenschen in Zuneigung mitteilen zu wollen.

### 5 Grundbegriffe der Öffentlichkeitsarbeit kennen

Komponenten der Kommunikation im Naturschutz finden sich bei E. ERNST (1994) (Abb.3). Er stellte auch die wesentlichen Bausteine der Naturschutzkommunikation des Bayerischen Umweltministeriums zusammen, nämlich Informationsbroschüren o.ä., Pressearbeit und sog. Events. Bei letzteren handelt es sich z.B. um Ausstellungen oder Messestände, aber auch viele andere Möglichkeiten, um Naturschutzeinrichtungen oder Anliegen des Naturschutzes nach außen zu vermitteln. Gelungene Beispiele wären etwa der in Hessen landesweit bekannte Apfeltag des dortigen Naturschutzzentrums in Wetzlar oder auch Malwettbewerb für Schüler, die Ziele des Naturschutzes auf diese Weise ausdrücken können (Abb.4).

Zu einem der wichtigsten Mittel der Öffentlichkeitsarbeit gehören Pressemeldungen. Sie folgen dem einprägsamen Schema der sog. "Sechs W's". Diese lauten: "Wer hat was, wann, wo, wie und warum getan?" Eventuell ist ein siebentes "W" (wo gelesen, geschrieben oder evtl. gehört) angebracht, nämlich die Informationsquelle bzw. der Informant.

Wenn die Fragen nach diesen "W's" beantwortet sind, ist der Bericht hinsichtlich der Fakten perfekt. Dann muß "nur" noch an den allgemein verständlichen Formulierungen gefeilt werden. Über die "W's" hinaus sind noch drei "N's" zu beachten, nämlich Neuigkeit, Nähe und Nutzen für den Leser bzw. Zuhörer. Im übrigen helfen einige Zeitungen ihren freien Mitarbeitern, zu denen im weitesten Sinn auch das Personal von Ämtern oder Mitglieder von Verbänden zählen, mit Leitfäden weiter, die Hinweise von der Text- bis zur Bildgestaltung enthalten. Hierzu gehört auch der formale Aufbau von Meldungen und Berichten. Abb. 5 zeigt dies zusammengefaßt.

Auf einige Punkte sollten wir bei der Pressearbeit für den Naturschutz besonders achten. Es ist wichtig, daß Menschen in den Mitteilungen vorkommen, denn Lebendigkeit entsteht durch Zitate. So interessieren in erster Linie nicht die Tatsachen selbst, sondern Meinungen über Tatsachen, z.B. die Ausweisung von Schutzgebieten, Artenschutzfragen oder Probleme bei Insektenkalamitäten. Zielführend wäre es von unserer rein fachlichen Sicht Abstand zu nehmen und zu überlegen, was die Bürger interessieren könnte oder durch was sie etwa als Erholungsuchende betroffen wären. Erfolgreiche Pressearbeit hängt auch davon ab, sich in der Arbeitssituation bzw. -belastung von Redakteurinnen und Redakteuren bei Zeitungen und Rundfunksendern zu versetzen. Je mehr die oben genannten Kriterien beachtet werden, desto weniger redaktionelle Ar-

## Naturschutz / Öffentlichkeitsarbeit

### Komponenten der Kommunikation im Naturschutz

- |                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Sender:</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ministerien</li><li>• Verbände</li><li>• Forschungsstellen</li><li>• regionale Interessengemeinschaften</li></ul>                                 |
| <b>Nachrichten:</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Handlungsbezug</li><li>• fachlich</li><li>• emotional</li></ul>   |
| <b>Kanäle:</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Medien</li><li>• Werbemittel</li></ul>  |
| <b>Empfänger:</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Allgemeinheit</li><li>• spezielle Zielgruppen</li></ul>   |
| <b>Ziele:</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Information über Fakten</li><li>• Beeinflussung und Einstellungsänderung</li><li>• Auslösen von Handlungen</li><li>• Verhaltensänderung</li></ul> |

nach E. Ernst, 1994



Abbildung 3

### Komponenten der Kommunikation im Naturschutz

beit ist erforderlich und die Chance für die Verwendung unserer Textvorlagen steigt. Bei der überörtlichen Presse sollte man allerdings nicht enttäuscht sein, wenn ein Artikel nicht kommt. Wie sagte doch einmal der Pressereferent eines Ministeriums: "Nur etwa fünf Prozent der Pressemitteilungen werden schließlich abgedruckt." Es geht also auch darum, die Pressearbeit effektiver zu machen nach dem Prinzip "mehr Qualität als Quantität" sowie durch zielgerichtete Mitteilungen im örtlichen, regionalen und überregionalen Bereich.

Die Mitteilungsarten im Rundfunk sind sehr unterschiedlich; sie reichen u.a. von der Nachricht über die Reportage und das Studiogespräch bis zum 5 bis 10-Sekunden-Spot. Ähnliches wie für die Zusammenarbeit mit den Printmedien gilt auch hier: ein Waschzettel mit den 6 W's ist hilfreich, um die Arbeit in der Redaktion zu erleichtern. Einen Tip für Interviews sollte man sich noch einprägen: "Man formuliere sich einen Kernsatz; er ist als Botschaft anzubringen die Politiker machen es ebenso!" Großer Resonanz erfreuen sich Naturschutzbeiträge bei den seit einigen Jahren installierten lokalen Sendern und Programmen. So hat die Funkanalyse Bayern 1995 ergeben, daß Berichte zu Umweltthemen aus der Region von 70 Prozent der Befragten

als wichtig eingestuft wurden und damit den höchsten Stellenwert besetzen, noch vor den lokalen und überregionalen Nachrichten. Ein Drittel der Interviewten gab an, die Meldungen bzw. Beiträge hierzu würden auch gut gefallen.

Auf Fernsehberichte soll an dieser Stelle kurz eingegangen werden. Bei guten Beziehungen zu entspr. Journalisten können wir auch hier Interesse wecken z.B. indem wir den Blick auf die Wunder der Natur vor der Haustüre oder die Schutzwürdigkeit der heimatlichen Kulturlandschaft lenken. Als gelungenes Beispiel für einen Fernsehfilm kann aus der ARD-Reihe "Tiere vor der Kamera", die am 1.7.1996 gelaufene Sendung von Ernst Arendt und Hans Schweiger mit dem Titel "Sommer der Schwalben" genannt werden. Den Autoren gelang es dabei den Zuschauern in ausgesprochen sympathieweckender Art unterhaltsam Zusammenhänge zwischen Landwirtschaft, Kulturlandschaft und Einnischung einer Tierart zu vermitteln, ohne wissenschaftlich dick aufzutragen.

Gesucht werden im Bereich der Medien immer wieder kompetente Ansprechpartner, die fachliche Inhalte richtig und auch für Laien gut verständlich vermitteln können. Kontakte mit Zeitungs-, Rund-



## URKUNDE

IM NAMEN  
DES LANDKREISES BERCHTESGADENER LAND

SPRECHE ICH DER KLASSE

ALS SIEGERIN IN IHRER JAHRGANGSSTUFE  
BEIM ZEICHENWETTBEWERB

»UNSER NATIONALPARK BERCHTESGADEN«

DANK UND ANERKENNUNG AUS

BAD REICHENHALL, DEN 8. JUNI 1986

### Abbildung 4

#### Urkunde für den Zeichenwettbewerb "Unser Nationalpark Berchtesgaden"

funk- oder gegebenenfalls auch Fernsehredaktionen sind dazu notwendig und nützlich. Um den Kontakt herzustellen, ist es möglich sich auch bei einer zuständigen Redakteurin oder einem Redakteur per Telefon zu melden, wenn man ein interessantes Thema anzubieten hat. Eine andere erfolgversprechende Möglichkeit besteht im Versand von Mitarbeiterlisten, in denen jeweils fachliche Schwerpunkte, wie z.B. Artenschutz, Naturschutzrecht, Landschaftsplanung oder Biotopverbund zugeordnet werden. Gute Resonanz zeigen auch jahreszeitliche Themen, von Amphibienwanderungen im Frühjahr über Orchideenwiesen im Sommer bis zu Tierspuren im Winter.

Versuche Naturschutzbotschaften über Plakate oder Poster zu vermitteln, werden immer wieder gemacht, ebenso oft stellen wir dabei unsere mangelnde Beherrschung dieses Mediums fest. Die Kritik von W. Erz wurde bereits zitiert. Allerdings gibt es auch nur wenige zündende Beispiele und Vorbilder zu nennen. Vielleicht kann das Artenschutzposter der Landeszentrale für Umweltaufklärung Rheinland-Pfalz dazu gezählt werden. Einen ausführlichen Leserbrief hierzu mit Anmerkungen der Schriftleitung findet man in *Natur und Landschaft*, Heft 2, 1995. Ein Posterentwurf der ANL, der allerdings noch Werkstattcharakter hat, soll hier zur Diskussion gestellt werden (Abb.6).

Von den Werbefachleuten sollten wir uns die drei wichtigsten Elemente guter Annoncen, Poster oder Plakate anschauen. Unverzichtbar sind: der Blickfang, auch "eye-catcher" genannt, der Aufmerksamkeit wecken soll; eine Schlagzeile, die sog. "headline", die eine Aussage in wenigen Worten zusammenfaßt und schließlich ein "Logo", das den Absender kennzeichnet. Mit dazugestellt werden kann ein Text mit wenigen erläuternden Sätzen, "claim" genannt. Ein ausführlicher Fließtext in Zeitschriftenannoncen wird die Ausnahme bleiben. Zusammenfassen kann man das, was Werbeanzeigen nicht sein sollen in dem Satz der Münchner Werbegraphikerin Ika Bratuscha: "Bitte keine optischen Schlachtplatten !"

### 6 Phantasie in jeder Form ist gefragt und erlaubt !

Die vorher genannten Events, im Sinne von Geschehnissen oder Ereignissen ermöglichen auf besonders geeignete Weise von Seiten der Naturschutzvertreter aus mit der Bevölkerung in Kontakt zu kommen. Dabei muß eine offene Form der Kommunikation gewählt werden, damit wirklich ein Gedankenaustausch geschehen kann, der Naturschutzideen nicht aufoktroiert, sondern die Gesprächspartner mit ihren Vorstellungen, Wünschen und oft

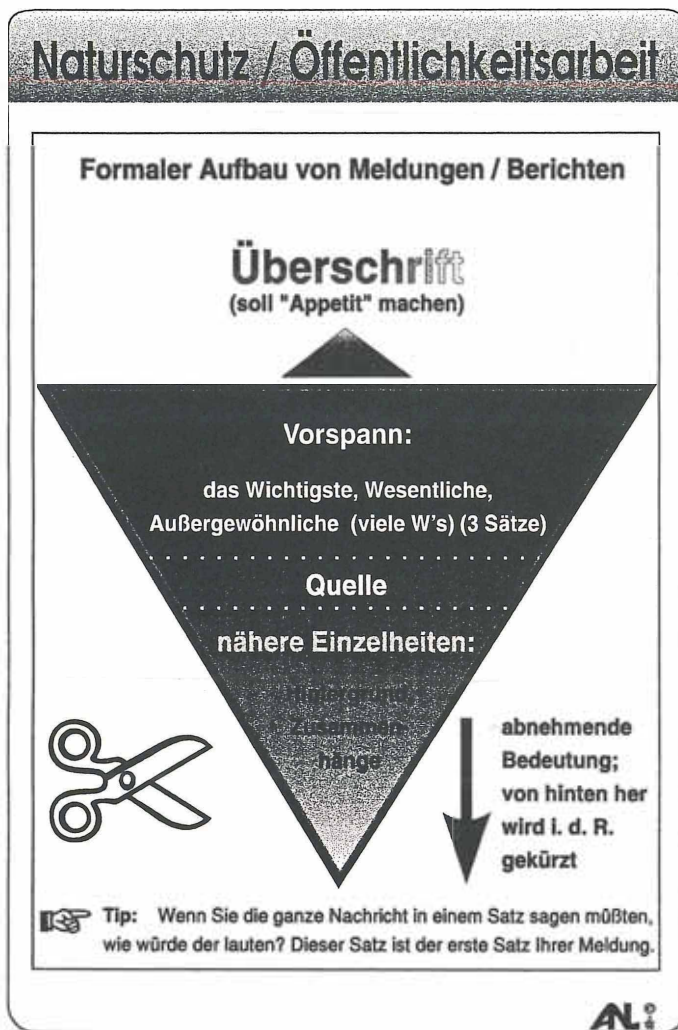


Abbildung 5

Formaler Aufbau von Meldungen und Berichten

auch Ängsten annimmt. Jubiläen, Tage der offenen Tür oder auch Einweihungen sind gute Gelegenheiten für solche Kontaktaufnahmen, nicht nur mit der offiziellen Prominenz, sondern mit allen Bürgern.

Hier können die "Naturschutzprofis" von Mensch zu Mensch erlebt werden, zeigen, wo und was sie arbeiten. Wichtig ist es auch immer wieder zu versuchen insbesondere mit anderen beruflichen Kreisen in Kontakt zu kommen, um Menschen außerhalb der Naturschutzszone mit unseren Anliegen bekannt zu machen.

So kann die gesellschaftliche Einordnung der Anliegen des Naturschutzes rückkoppelnd erfahren werden, mit Abstand und ohne Scheuklappen. Hierbei ist jede Aktivität, die aus dem persönlichen Interesse kommt gerechtfertigt, sei es über den Sport, die Freude an musischer Betätigung bis hin zu politischem oder auch kirchlichem Engagement. Leitende Mitarbeiter größerer oder kleinerer Wirtschaftsunternehmen werden angehalten, sich in das öffentliche Leben einer Kommune einzubringen. Nicht jedermann mag oder kann nach diesem Motto handeln.

Sollten wir als Naturschützer aber nicht viel öfter Flagge zeigen, nicht nur bei den Versammlungen der Naturschutzvereine oder bei amtlichen Termi-

nen, sozusagen dienstlich, sondern bei vielen anderen Gelegenheiten, die sich bieten?

## 7 Mit der PR-Branche zusammenarbeiten

Naturschützer - wenn man diesen Sammelbegriff gebrauchen will - in Ämtern oder bei Verbänden sind in der Regel bestens als Biologen, Landespfleger, Land- oder Forstwirte bzw. auch als andere Fachkräfte ausgebildet. Nur Spezialisten für Werbung, Graphik oder das Texten sind sie gewöhnlicherweise nicht. Deshalb ergibt sich zwingend: wenn gute Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz gemacht werden soll, dann muß auch fallweise mit den PR-Profis zusammengearbeitet werden. Dies kostet selbstverständlich auch Geld. Gegen diese Aussage werden mit Sicherheit viele Argumente ins Feld geführt, z.B.: "Lieber diese Mittel direkt für Naturschutz oder Landschaftspflege ausgeben" Doch darin besteht speziell die Krux des staatlichen Naturschutzes, daß es dort selten gelungen ist, ausreichend Haushaltsmittel für die begleitende Unterstützung von Naturschutzmaßnahmen zu erhalten. Ein gewisses finanzielles Engagement ist allerdings notwendig, um durch PR-Spezialisten zumindest einen Grundkatalog des Erscheinungs-



Abbildung 6

Entwurf für ein Poster der ANL



bildes von Publikationen u.ä. zu bekommen, die am häufigsten eingesetzt werden. Das kann von der Pressemitteilung, dem Faltblatt über die Broschüre bis zur Urkunde, der Fahne oder einem Anstecker reichen. In einem sog. Musterbuch sind dann die jeweiligen Medien beispielhaft darzustellen mit Schrifttyp, Farbkatalog, Satzspiegel, Logo etc. Hieran kann man sich dann bei zukünftigen Maßnahmen, wie z.B. Veröffentlichungen halten und auch Aufträge besser vergeben, weil nicht jedes Mal von Neuem entworfen werden muß. Außerdem dient dies der besseren Kommunikation mit einem Auftragnehmer und die Auftragserfüllung ist besser zu überwachen. Entscheidend bei einem Musterbuch ist allerdings, daß dieses nicht starr gehandhabt wird, sondern bei zukünftigen Arbeiten im Sinne eines unverwechselbaren Erscheinungsbildes und dem daraus folgenden Wiedererkennungswert gehandelt wird.

Einem solchen Auftrag geht ein wichtiger Schritt voraus, nämlich das sog. briefing. Es fordert den Auftraggeber, in diesem Fall uns von Seiten des Naturschutzes her, dem Auftragnehmer gegenüber allgemeinverständlich zu erläutern, was wir vermitteln wollen. Dies ist eine heilsame Schule, weil wir aus unserem Fachjargon aussteigen sowie außerdem unsere Ziele, Sinn und Zweck unserer Anliegen erklären müssen.

Wenn wir aus der Öffentlichkeitsarbeit für Naturschutz eine runde Sache machen wollen, so ist als Rahmen eine Konzeption zu entwickeln, die mit Zielen, Zielgruppen, Methoden, Innen- und Außenwirkung sowie weiteren Punkten die Belange der jeweils vertretenen Einrichtung umfaßt. Diese Anforderung trifft i.d.R. nicht für kleine Ämter oder lokale Zuständigkeiten zu aber für größere Organisationen. Manche Naturschutzverbände, wie z.B. der Bayerische Landesbund für Vogelschutz oder der BUND haben hierzu bereits Vorbildliches zu bieten.

Um Einblick in die Welt der PR-Arbeit zu bekommen, empfiehlt sich der Besuch eines Kurses zum Thema Öffentlichkeitsarbeit. Verschiedenste Bildungseinrichtungen machen hierzu Angebote, u.a. auch die Bayerische Naturschutzakademie. Sie führt seit 1994 einen Wochenlehrgang durch, der speziell den Bezug zu Themen des Naturschutzes und der Landschaftspflege herstellt. Anfangs als Pflichtfortbildung für Angehörige der Verwaltung gedacht, wurde die Zielgruppe auf alle Interessierten ausgeweitet.

Inhaltlich bietet der Lehrgang Grundwissen über Marketing und Pressearbeit, regt zu Diskussion über PR-Arbeit anhand eigener Beispiele an und läßt die Teilnehmer bei Besuchen in einer Zeitungsredaktion sowie beim Fernsehen und bei Rundfunksendern den Medienleuten über die Schulter blicken. Höhepunkt ist die eintägige Arbeit an einem ausgewählten Thema unter der Anleitung von Fachleuten aus den Bereichen Werbung, Presse, Rundfunk und

Marketing, wobei die Präsentation der Ergebnisse des Workshops den Schluß bildet.

## 8 Auf Stärken des Naturschutzes bauen !

Neben Kenntnissen und Fertigkeiten über den Umgang mit der Öffentlichkeit, besonders mit Hilfe der Medien, sollten wir uns vorallem dessen besinnen, daß wir Naturschützer in der Natur selbst ein ausgezeichnet "Produkt" anzubieten haben.

Durch die derzeitige gesellschaftspolitische Situation bedingt, rangiert die Angst vor Umweltzerstörung nach Kriminalität und Arbeitslosigkeit an dritter Stelle (Süddeutsche Zeitung vom 16.1.1996). Eine solche Einschätzung darf uns nicht entmutigen "Werbung für den Naturschutz" gegen den Trend in jeder nur denkbaren Form zu machen.

Es gilt der Depression auf allen Feldern Positives entgegen zu setzen. Dabei sollten wir uns unserer Stärken besinnen, insbesondere bei der direkten Naturbegegnung, die wir vermitteln können. Dies ist gewiß personal- und zeitaufwendig, erreicht nur einen kleinen Kreis von Interessenten, gegenüber den Massenmedien, ist aber durch den unmittelbaren Kontakt mit Menschen viel erfolgreicher.

Die Herz-Kopf-Hand-Pädagogik Pestalozzis kann uns hierbei hervorragend helfen Natur spielerisch und mit allen Sinnen erlebbar zu machen. Sie erleichtert gerade in jungen Jahren den Zugang zu und die emotionale Bindung an die Natur. Hinzu kommt die Vermittlung von Wissen über natürliche Zusammenhänge nicht im Klassenzimmer oder Lehrsaal sondern bei Wanderungen und Exkursionen.

Als Beispiel für Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen von Ausstellungen nennt A. Otte die Projekte "Wildpflanzen im Dorf" bei der Landesgartenschau in Straubing 1989 und "Ruderalvegetation" für die niederbayerischen Freilichtmuseen in Massing und Finsterau. Schließlich läßt sich in Form von Praktika oder durch die unterschiedlichsten Methoden der Landschaftspflege sinnvolles Tätigwerden für die Natur erfahren.

Entscheidend wird sein, daß wir den Bürgern vermitteln, ohne Schutz der Lebensgrundlagen, ohne freudvollen Umgang mit und in der Natur sind auch Ziele wie Arbeitsplatzsicherung und Abbau der Kriminalität nicht dauerhaft erfolgreich. Eine lebenswerte Zukunft kann nur in der Nähe zur Natur und durch mehr Naturnähe beim menschlichen Wirtschaften erreicht werden.

## 9 Weiterführende Vorschläge

Als Einstieg zur Grundlegung der Öffentlichkeitsarbeit für den Naturschutz wird eine handliche Broschüre vorgeschlagen. Sie hat die wesentlichen Punkte geeigneter PR-Arbeit im Zusammenhang mit Presse, Rundfunk, evtl. Fernsehen und offenen Vermittlungsformen zu umfassen. Sowohl formale

als auch inhaltliche Kriterien müssen dabei angesprochen werden. Gelungene Beispiele aus der Praxis sind unbedingt einzubauen. Weil dies, wie dargestellt, Naturschutzfachleute nicht aus eigener Kraft bewerkstelligen können, sind bei der Erstellung eines solchen Heftes PR-Profis einzubinden, die allerdings Erfahrung mit der Präsentation von Naturschutzthemen oder verwandten Bereichen mitbringen sollten.

Speziell der staatliche Naturschutz könnte Maßnahmen an großen Naturschutzorganisationen, die ein für ihre Einrichtung gültiges Erscheinungsbild bereits umgesetzt haben. Ein entsprechender Auftrag würde es erlauben für die Naturschutzorgane auf den drei Verwaltungsebenen und Sondereinrichtungen wie beispielsweise Landesamt für Umweltschutz und Naturschutzakademie ein Erscheinungsbild zu entwerfen, das Wiedererkennung aber auch Individualität gewährleistet. Somit könnte das in der Öffentlichkeit vorhandene diffuse Bild der Naturschutzverwaltung im Laufe der Zeit verändert werden in ein klareres Erscheinungsbild, das werbetechnisch als Corporate Design (CD) bezeichnet wird. Da hierbei im wesentlichen Gestaltungsfragen angesprochen sind, ist es in die Corporate Ident-

ty (CI), sozusagen die "Unternehmenspersönlichkeit" einzubinden (Abb.7). Mit Sicherheit ist der Auftrag für den Entwurf eines Erscheinungsbildes der gesamten Naturschutzverwaltung billiger, als wenn sich jedes Amt alleine um ein solches bemühen müßte. Damit könnten staatliche Haushaltsmittel sparsam, zielgerichtet und effektiv eingesetzt werden. Zur Umsetzung eines so entwickelten "Naturschutz-outfits" könnte die ANL Schulungen anbieten, bzw. diese in geeignete Kurse einbinden.

Als weiteres Ziel kann die Zusammenarbeit mit Ausbildungseinrichtungen der Medien angesehen werden. Zunächst wäre dort zu erörtern, wie Naturschutzbelange und -themen von diesen Multiplikatoren gesehen und bewertet werden.

Wenn man sich ins Gespräch gebracht hat, ist außerdem daran zu denken, in wieweit Themen, Fakten, Ansichten und Absichten des Naturschutzes in die Ausbildung junger Journalisten eingebracht werden können.

Sollte uns dies gelingen, hätten wir auf dieser Seite fachlich vorgebildete Partner, die dem Naturschutz mit Sicherheit eine breitere Plattform als heute geben würden.

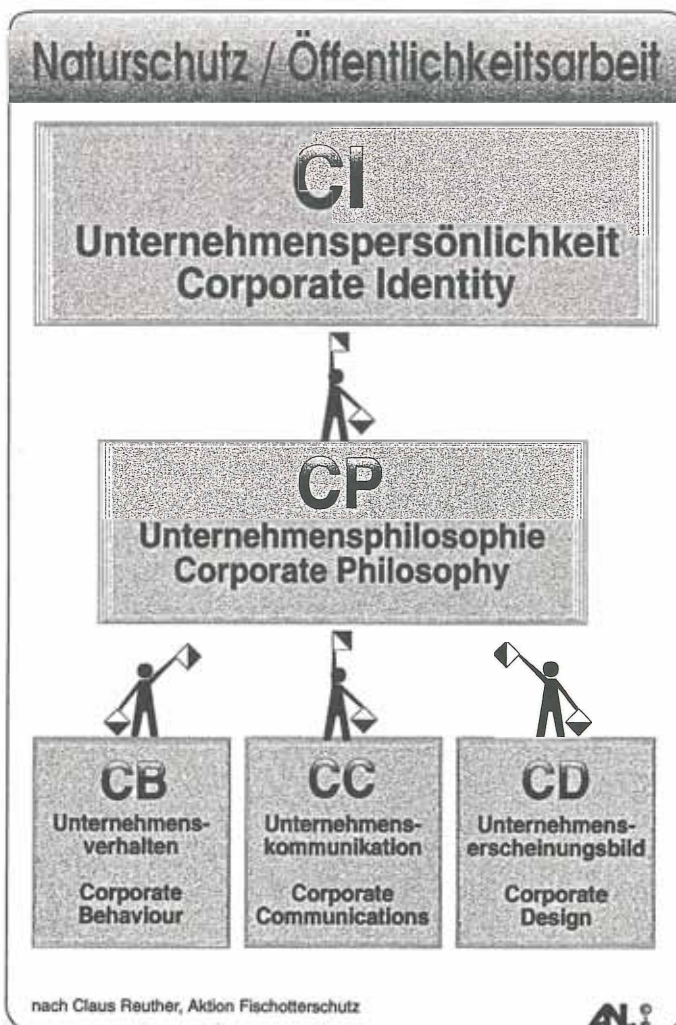


Abbildung 7

Von Corporate Identity zum Corporate Design

## Literatur

ANONYMUS (1994):

Natur und Landschaft, 69.Jg. Heft 5, S. 214

—(1995):

Natur und Landschaft, 70. Jg. Heft 3, S. 132

BAYERISCHE LANDESZENTRALE FÜR NEUE MEDIEN (Hrsg.) (1995):

Hörfunk- und Fernsehnutzung in Bayern 1995-Ergebnisse der Funkanalyse Bayern 1995 BML-Schriftenreihe Band 32 München

BEIRAT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE BEIM BMU (1995)

Zur Akzeptanz und Durchsetzbarkeit des Naturschutzes.- Natur und Landschaft, 70. Jg., Heft 2 , S. 51-61

ERNST, E. (1994):

Optimierung der Kommunikation im Social Marketing - eine empirische Studie zum Thema Naturschutz. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Ludwig-Maximilians-Universität, München

ERZ, W. (1993):

Natur und Landschaft, 68. Jg., Heft 2 , S.79

MEYERS ENZYKLOPÄDISCHES LEXIKON (1977):

Band 19, Mannheim

OTTE, A. (1994):

Öffentlichkeitsarbeit zur Umweltbildung am Beispiel der "Wildpflanzen im Dorf" Tagungsband "Biotopkartierung im besiedelten Bereich", Hrsg. Landeshauptstadt Erfurt

PELZER, A. (1995):

Ins Bild gesetzt. - Natur und Landschaft, 70.Jg., Heft 2, S.82

REUTHER, C. (1994):

Corporate Identity was ist das und ist das etwas für Naturschutzorganisationen? - Unveröffentlichter Vortrag an der Akademie für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein Neumünster

SÜDDEUTSCHE ZEITUNG vom 30.9./1.10.1995:

Wie BMW zu den Schafen kam. - München

SÜDDEUTSCHE ZEITUNG vom 16.1.1996:

Zukunftsangst nicht mehr grün gefärbt. - München

### Anschrift des Verfassers:

Dipl. Ing. Peter Wörnle  
Bayerische Akademie für  
Naturschutz und Landschaftspflege  
Seethalerstraße 6  
D-83410 Laufen/Salzach

# Die Diversität-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie

Ludwig TREPL

## 1 Einleitung

Hätte man in den 60er Jahren Ökologen gefragt, ob ihre Disziplin eine Erkenntnis von ganz besonderer wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung hervorgebracht habe, so wäre vielleicht von den meisten die sogenannte Diversität-Stabilitäts-Theorie genannt worden. Zehn Jahre später hätte man, wenn auch selten explizit, in weiten Teilen der Öffentlichkeit die gleiche Antwort erhalten. Man sah die Welt nun vom ökosystemaren Zusammenbruch bedroht, und für diesen glaubte man eine Generalursache erkannt zu haben: Menschliche Eingriffe in die Natur seien grundsätzlich nivellierend. Es gebe aber eine Grenze der Vereinfachung, die nicht überschritten werden dürfe, wenn die Stabilität des ökologischen Systems nicht gefährdet werden soll. All die vielen Einzelfaktoren - die Ausrottung der Arten vor allem, und die "Umweltverschmutzung" hat ja, sofern nicht direkt in ihrer Schädlichkeit für Menschen betrachtet, nur als Ursache von Ausrottungen Bedeutung galten eigentlich nur deshalb als so bedrohlich, weil sie die Welt auf diese Grenze zusteueren. Die sich nun ausbreitende Meinung brachten EHRlich & EHRlich (1981) in ihrer "rivet hypothesis" in eine anschauliche Form: Die Biosphäre oder das globale Ökosystem könnte einem Flugzeug gleichen, und die Arten entsprechen den Nieten. Man entfernt eine nach der anderen; das hat zunächst keine oder nur geringe Wirkungen, dann aber wird das Flugzeug allmählich wackeliger ("instabil"), und schließlich wird ein Grenzwert überschritten, bei dem es auseinanderbricht. - Hätte man um *diese Zeit* aber *Ökologen* gefragt, wäre die Antwort wohl gewesen, über solche Zusammenhänge wisse man noch so gut wie nichts, vielleicht gar, derartige Auffassungen seien veraltet oder, mehr noch, bloßer Aberglaube, und nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft müsse man eher davon ausgehen, daß das Gegenteil zutrefte: Ökosysteme sind um so stabiler, je einfacher sie sind.

Wenig später schien das Thema in der Fachwelt kein sonderliches Interesse mehr zu finden, und erst in jüngster Zeit, wo der Begriff Diversität - "Biodiversität" sagt man jetzt, mit erweiterter Bedeutung gegenüber der alten Diskussion, die sich nur mit der

ökologischen Ebene befaßte eine enorme Konjunktur hat, scheint die Debatte wieder in Gang zu kommen (z. B. DIAMOND 1988, SOLBRIG 1991, vor allem aber die Beiträge in SCHULZE & MOONEY 1993). Allerdings ist sie immer noch weit entfernt von der zentralen Stellung, die sie einmal hatte. - Die wichtigste Feststellung, die man heute trifft, ist wohl diese: "surprisingly, theory and empirical studies that might help us to answer so fundamental a question are few (...)" (LAWTON & BROWN 1993). Das bestätigt Thomas Kuhns berühmte These, daß die Wissenschaftler im Normalfall eben nicht Fragen lösen (wollen), die "fundamental" oder praktisch wichtig sind, sondern "Rätsel" Rätsel zeichnen sich vor allem dadurch aus, daß sie garantiert eine Lösung haben. Ob das bei der Diversität-Stabilitäts-Frage der Fall ist, weiß man aber nicht, ja es hat sich der Eindruck verbreitet, daß man es vielleicht nie wissen wird. Dennoch muß man wohl feststellen, daß die - vorsichtig geäußerte Meinung, man habe die alte Auffassung doch etwas vorschnell aufgegeben, im Aufwind ist.

Daß trotz dieses verbreiteten Gefühls der Aussichtslosigkeit die Frage wieder aufgenommen wird, ist erfreulich. Denn wenn ein Thema aus einem wissenschaftlichen Diskurs verschwindet, pflegt das meist einen von diesen zwei Gründen zu haben: Erstens, man hat die betreffende Frage gelöst; zweitens, die Frage hat sich als zu schwierig erwiesen, man schiebt sie beiseite und wendet sich Dingen zu, bei denen man schneller Erfolg haben kann. Hier handelt es sich eindeutig um Fall Zwei.

Zudem ist zu bedenken: Hätten wir es mit einem ungelösten *rein wissenschaftlichen* Problem der typischen Art - einem Problem einer normal science - zu tun, so wäre es durchaus erlaubt und relativ unschädlich, jedenfalls ziemlich unvermeidlich, es als Anomalie auf Eis zu legen, wenn es den Lösungsversuchen allzu hartnäckig widersteht, und sich Aussichtsreicherem zuzuwenden. Für die *angewandte* Ökologie aber ist es unverzichtbar, selbst wenn eine Lösung nicht in Aussicht ist, zumindest die Debatte möglichst klarzulegen. Denn eine angewandte Wissenschaft lebt aus ihrer Relevanz für wissenschaftsexterne, praktische Probleme. In

Diese Frage ist: "to what extent are patterns of biological diversity important in determining the behaviour of ecological systems?"

nichts konzentriert sich aber, wie schon angedeutet, die Annahme dieser Relevanz der Ökologie so sehr wie in eben dieser Theorie. Man könnte bzw. könnte, wenn sie zuträfe naturwissenschaftlich zeigen, daß die weitere Reduzierung der biotischen Vielfalt in eine Katastrophe führen muß. Man konnte nicht sagen, an welchem Punkt sie eintreten würde, aber daß sie eintreten würde, mußte als sicher gelten. Man hatte damit eine allgemeine Begründung für den Artenschutz (und vermutlich die einzige hieb- und stichfeste - wenn sie stimmt; alle anderen, soweit es naturwissenschaftliche sind, scheinen auf eher schwachen Beinen zu stehen, vgl. TREPL 1990).

Es wäre interessant, auf psychologischer sowie ideen- und ideologiegeschichtlicher Ebene zu untersuchen, woher jenes seltsam phasenverschobene Auf und Ab des Glaubens an die Diversität-Stabilitäts-These in- und außerhalb der Ökologie kam; man versteht, ohne diese Ebenen zu beachten, nicht wirklich, warum die Ökologie wann was für richtig hält. Daß das vom jeweiligen Stand der Erkenntnisse abhängt, ist ein Zirkelschluß; denn man will ja gerade wissen, warum es zu bestimmten Erkenntnissen kommt oder warum unter den so gut wie immer vorhandenen einander widersprechenden "Erkenntnissen" mal die einen, mal die anderen für richtig gehalten werden. Ich werde darauf hier allerdings nicht eingehen, sondern nur schildern, was in der ökologieinternen Diskussion jeweils als Erkenntnis gilt.

Ich will - ohne irgend etwas Neues bieten zu können - eine Übersicht über diese Diskussion geben. Dabei ist Übersicht eigentlich bereits zu hoch gegriffen. Denn da die Frage in den letzten zwei Jahrzehnten nur noch wenig explizit behandelt wurde, ist man für diese Zeit weitgehend auf die - allerdings zahlreichen - in einer relativ heterogenen Literatur verstreuten Anmerkungen zum Thema und auf die für dieses relevanten, aber in anderem Kontext als dem der ökologischen Wissenschaft entstandenen Ergebnisse angewiesen. So etwas ist immer unvollständig und von subjektiver und einfach auch durch zufällige Kenntnis bedingter Auswahl abhängig. (Eine ganze Klasse wichtiger Diskussionen, solcher nämlich, die sich auf die Ebene von Mosaik- oder Inselsystemen beziehen, wo z.B. der Begriff der Metapopulation wichtig wird, werde ich nur am Rande berühren. Dies vor allem deshalb, weil die explizite Diskussion der hier interessierenden These bisher darauf nur wenig Bezug nahm, obwohl offensichtlich diese Ebene für das Problem relevant ist und es ergiebig sein dürfte, die einschlägige Litera-

tur unter dem Diversität-Stabilitäts-Gesichtspunkt zu sichten). - Die Argumente gebe ich nicht immer einfach so wieder, wie sie gefallen sind, sondern versuche sie, zum Teil aus verstreuten Bemerkungen, so zu rekonstruieren, daß eine gewisse Logik der Debatte erkennbar wird.

## 2 Die Entstehung der Diversität-Stabilitäts-Theorie in der Ökologie

Was verschaffte in den 50er Jahren der Diversität-Stabilitäts-These Akzeptanz? Welcher Art war die Kritik, die in den Augen der Gemeinde die Theorie später zu Fall brachte? Und inwiefern ist es nicht bei dieser Niederlage geblieben in den 20 Jahren, die seither vergangen sind?

In der Ökologie sieht man diese Diskussion im allgemeinen so: In den 50er Jahren wurden von mehreren Autoren relativ unabhängig voneinander Thesen vertreten und Theorien aufgestellt, die einen Kausalzusammenhang von Diversität und Stabilität, bezogen auf Ökosysteme\*, behaupteten. Mit Diversität war entweder in einem weiten und vagen Sinn "Vielfalt" gemeint, oder es wurde darunter ein genau definierter Wert verstanden, den man vorwiegend nach der bekannten Shannon-Formel errechnete. Daran interessiert hier vor allem zweierlei:

### 1. Der Diversitätsbegriff hat zwei Komponenten:

- "Reichtum" (richness), Zahl der Elemente (meist Arten);
- die "Bedeutungswerte" der Elemente (meist die Individuenzahlen der Arten).

Außer der Diversität wird auch noch häufig die Äquität (evenness) gebraucht, die ein Maß der Gleichverteilung der Elemente ist, oder die "Gleichmäßigkeitskomponente" der Diversität. Das Einbeziehen der Gleichmäßigkeit der Verteilung entspricht dem Alltagsgebrauch des Begriffs der Mannigfaltigkeit: Wenn - bei gleicher Individuenzahl - alle Individuen *einer* Art angehören, betrachten wir die Mannigfaltigkeit als gering ("eintönig"). Wenn jedes Individuum einer anderen Art angehört, scheint uns die Mannigfaltigkeit hoch. Wenn viele Individuen einer Art angehören und der Rest sich auf mehrere verteilt, so gilt uns die Gesellschaft als weniger mannigfaltig, als wenn alle mehr oder weniger gleichmäßig verteilt sind.

2. Die Formel stammt aus der Informationstheorie und wird in dieser als Maß des Informationsgehalts benutzt. Da ein Maximum an Information (bzw. Maximum an Negentropie) gleichzeitig ein Minimum an verfügbarer Energie ist, schien eine Möglichkeit zu bestehen, Theorien über Vielfalt unmit-

---

\*"Ökosystem" benutze ich im Sinne von Lebensgemeinschaft (Biozönose, Gesellschaft, community; die verschiedenen Nuancierungen dieser Begriffe vernachlässige ich), insofern sie als System betrachtet wird, idealerweise mit den Mitteln der modernen Systemtheorie (ähnlich z.B. STÖCKER 1979). Auffassungen, wonach ein Ökosystem "mehr" sei als eine Lebensgemeinschaft, weil es außer lebenden auch nicht lebende Bestandteile umfasse, halte ich für falsch (ähnlich z.B. BEGON et al. 1986, REBELE 1994).

telbar an Theorien über den Informationsgehalt von Systemen und an thermodynamische (energetische) Theorien anzuschließen.

Als Autoren, die für die Etablierung der These in den 50er Jahren wichtig waren, werden vor allem die folgenden genannt: der Engländer Charles Elton, die beiden Nordamerikaner Robert MacArthur und George Hutchinson und der Spanier Ramon Margalef.

ELTON (1958) hat im wesentlichen eine Reihe von Behauptungen, die in der Ökologengemeinde seit langem verbreitet waren, zusammengefaßt und auf den Punkt gebracht durch explizite Formulierung des Diversität-Stabilitäts-Kausalzusammenhangs. Seine Hauptargumente waren die folgenden:

Mathematische Modelle von Systemen aus wenigen, insbesondere durch Räuber-Beute-Beziehungen verbundenen Populationen neigen zu starken Oszillationen oder Fluktuationen; das gleiche zeigt sich bei entsprechenden einfachen Experimenten.

In einfachen Ökosystemen, vor allem Agrarökosystemen oder Systemen forstlicher Monokulturen, beobachten wir häufig explosionsartige Vermehrungen von Populationen (Schädlingsschüben). In artenreichen naturnäheren Lebensgemeinschaften beobachtet man so etwas nicht.

Die artenarmen arktischen, borealen und auch temperaten Lebensgemeinschaften zeigen stärkere Populationschwankungen als die artenreichen tropischen.

Artenarme ozeanische Inseln sind viel häufiger Opfer biologischer Invasionen als artenreiche Kontinente.

MacARTHUR (1955) schrieb man vor allem das Verdienst zu, der Diversität-Stabilitäts-Theorie, oder wenigstens entscheidenden Aspekten derselben, eine zumindest der Tendenz nach exakte Form gegeben zu haben. Der Grundgedanke war einfach: Je mehr parallele Energiewege einen Konsumenten erreichen (je redundanter das Nahrungsnetz, je vielfältiger also die alternativen Nahrungsangebote), desto weniger schwer wiegt eine Störung, die einen oder einige Wege ausschaltet. MacArthur stellte die Beziehung zwischen Stabilität und der Zahl der Energiepfade mathematisch dar, und HUTCHINSON (1959) deutete etwas später diese Formel im Sinne eines Kausalzusammenhangs zwischen hoher Diversität und Stabilität (vgl. GOODMAN 1975).

MARGALEFs (1958, 1968) Beitrag bestand vor allem darin, die Diversität-Stabilitäts-Theorie in einen umfassenderen Rahmen einzufügen, nämlich in eine Theorie der Entwicklung biologischer Gemeinschaften vom Pionierstadium bis zur Reife (Sukzessionstheorie), und diese Theorie wiederum hat er in einem informationstheoretischen Rahmen formuliert. Die Aussage war, stark vereinfacht, die-

se: Lebensgemeinschaften entwickeln sich zu immer höherer (Arten-) Diversität, weil die diversen Systeme stabiler sind. Das übliche Maß für Diversität ist, wie oben erwähnt, ein informationstheoretisches (Shannon-Formel oder, so bei Margalef, der Brillouin-Index, ein Maß für den bit-Gehalt), und die entsprechende Gleichung läßt sich in Ausdrücke für Entropie und Energie umdeuten. Es läßt sich nun auf diesem Weg, so Margalef, zeigen, daß ein vielfältiges Ökosystem weniger Energie pro Individuum aufwenden muß als ein einfaches, um Störungen zu begegnen. Vielfältige Systeme sind darum, weil sie mit gleichem Aufwand mehr Stabilität bewirken, den einfachen überlegen und setzen sich folglich in der Sukzession durch. Die Stabilität steigt nun aber nicht endlos weiter, sondern es gibt ein Maximum, stabile Ökosysteme schlechthin. Das sind solche, die unter allen normalerweise auftretenden Störungen unverändert bleiben. Die Übersetzbarkeit der verwendeten energetisch-thermodynamischen in informationstheoretische Begriffe ausnutzend, meinte man, das Ergebnis auch so ausdrücken zu können: Die "reifen", hochdiversen Ökosysteme am Ende der Sukzessionsreihen haben ein Maximum an Information über ihre Umgebung (d.h. über mögliche Störungen aus dieser) inkorporiert, so daß sie gleichsam vorbereitet sind auf das, was auf sie zukommt und *darum* stabil sind. Diese Art der Darstellung hat man insofern als einen erheblichen wissenschaftlichen Fortschritt aufgefaßt, also man meinte, daß die alten Klimax-Vorstellungen nun eine exakte Formulierung gefunden haben.

Zu Beginn der 60er Jahre lagen damit eine Reihe lose verbundener Ansätze vor (es gab noch mehr Autoren), die, so schien es, mit empirisch gut abgesichertem Hintergrund dabei waren, der alten Überzeugung vom ursächlichen Zusammenhang zwischen Vielfalt und Stabilität die Form einer mathematisch fundierten Theorie zu geben und in den Rahmen einerseits der wichtigsten ökologischen Theorien, insbesondere der Sukzessions- bzw. Klimax-Theorien, andererseits in den Rahmen der allgemeinen und physikalischen Systemtheorien, insbesondere der Thermodynamik und der neu entstandenen Informationstheorie, einzubauen.

### 3 Die Kritik in den 60er und 70er Jahren

Mit der Formulierung der Theorie setzte auch die Kritik ein. Als Ergebnis der Debatte gewann die Meinung die Oberhand, die Diversität-Stabilitäts-Theorie sei wegen einer intuitiven Plausibilität, die sich nur psychologisch oder auf der ideologiekritischen Ebene erklären ließe, für richtig gehalten worden, und man konnte wieder einmal den Aufklärungswert von Wissenschaft feiern. Diese (vermeintliche) Widerlegung wurde von manchen als das wichtigste Ereignis der Ökologie dieser Zeit angesehen, oder wenigstens eines der wichtigsten (vgl. z.B. STENSETH 1984). Die Kritik hatte eine Vielzahl von Ansatzpunkten, und dies auf sehr ver-

schiedenen Ebenen. Ich will einige auswählen und unter folgenden Rubriken zusammenfassen:

1. Kritik an den vermeintlichen empirischen Beweisen.
2. Ergebnisse mathematischer Modelle bzw. Computer-Simulationen.
3. Die Relevanz der physikalischen bzw. informationstheoretischen Interpretationen für das biologische Problem.
4. *Wovon* wird eigentlich behauptet, daß es vielfältig und (folglich) stabil sei - und stabil gegenüber *welchen* Störungen?
5. Die Mehrdeutigkeit des Vielfalts-Begriffs.
6. Die Mehrdeutigkeit des Stabilitäts-Begriffs.

### 3.1 Kritik an den vermeintlichen empirischen Beweisen

Die Einwände gegen die vermeintlichen empirischen Beweise (einige hatte schon Elton angeführt, s.o.) stammten vor allem von den folgenden Beobachtungsgebieten:

- 1) Vergleiche zwischen Gebieten unterschiedlicher Vielfalt;
- 2) Vergleiche zwischen verschiedenen Stadien von Sukzessionen;
- 3) Untersuchungen über die Stabilität von Monokulturen;
- 4) Untersuchungen biologischer Invasionen;
- 5) Experimente mit künstlichen Kombinationen mehrerer Arten.

Zu 1) Gegen das Argument, die Populationsschwankungen in den artenärmeren außertropischen Gebieten seien größer als in den artenreichen tropischen, wurde aufgrund neuerer Untersuchungen eingewandt, daß das einfach nicht stimme (GOODMAN 1975; LEIGH 1975, WOLDA 1978), oder daß man darüber zumindest nicht genug wisse (z. B. DRURY & NISBET 1973 und dort zitierte Literatur). Sollten die Populationsschwankungen in außertropischen Gebieten aber tatsächlich größer sein, so könnte das ja auch an externen Faktoren, nämlich den stärkeren Umweltschwankungen, liegen, es muß nicht geringe Diversität als Ursache haben.

Gegen die These MacArthurs, daß eine größere Zahl von trophischen Pfaden hin zu einem Konsumenten die Stabilität der Konsumentenpopulation und damit letzten Endes des Gesamtsystems erhöhe, läßt sich einwenden, daß aus dieser Behauptung bei *höherer* Diversität ein Argument für das Gegenteil wird: Wenn das Stoff- und Energieversorgungsnetz eines Ökosystems sehr redundant ist und das scheint meist der Fall zu sein - dann bewirkt das in der Tat hohe Stabilität. Denn man kann, das impliziert der Redundanzbegriff, (Beute-)Arten vernichten, ohne daß das an den grundlegenden stofflich-energetischen Funktionen etwas ändert. Aber das heißt ja nichts anderes, als daß die hohe Diversität *überflüssig* ist. Allenfalls knapp über der Redun-

danzschwelle würde steigende Vielfalt die Stabilität wirklich steigern, weil hier die Gefahr groß ist, daß ein bestimmtes Störungsereignis nicht nur überzählige trophische Pfade zu einem Konsumenten hin, sondern zu viele und damit unverzichtbare durchtrennt.

Zu 2) Man glaubte empirische Beweise dafür zu haben, daß spätere Sukzessionsstadien von höherer Diversität seien (s. z.B. ODUM 1969). Die naheliegende Erklärung war: Sie sind es, *weil* sie stabiler sind und sich deshalb durchsetzen, während umgekehrt die früheren Stadien instabil sind, *weil* wenig divers, weshalb sie nicht dauerhaft existieren können in Konkurrenz mit stabileren diversen. Dagegen wurden zwei Haupteinwände vorgebracht, ein theoretischer und ein empirischer. Der theoretische ist, daß man in diesem Argument, wie es zumindest scheint, unterstellt, *zwischen Gesellschaften* finde ein Konkurrenzkampf statt; das heißt, daß die Arten gruppenweise, und zwar in derart durch notwendige interspezifische Beziehungen erzeugten Gruppen, daß sie als Einheit ankommen und als Einheit "kämpfen" müssen, in die Sukzession eintreten. Es könnte aber auch so sein, daß die Diversität einfach deshalb zunimmt, weil die Arten einzeln zuwandern, und dann trivialerweise nicht alle auf einmal, so daß die Diversität (gegebenenfalls bis zu einem bestimmten Zeitpunkt, an dem "Sättigung" eintritt oder an dem die Aussterbe- die Einwanderungsrate übertrifft - aber vielleicht unbegrenzt weiter) steigen *muß*, ohne daß das irgend etwas mit einer Stabilität einer *Gesellschaft* zu tun hätte (vgl. z.B. DRURY & NISBET 1973). - Das empirische Argument ist einfach: Es wurde, unter Anführung einer ganzen Reihe von gut untersuchten Beispielen, behauptet, daß keineswegs immer die späteren Stadien die höhere Diversität aufweisen, oder daß gerade das "Zurückversetzen" der Sukzession auf ein früheres Stadium durch bestimmte Störungen zur Diversitätssteigerung führt (z.B. DRURY & NISBET 1973, WHITTAKER 1965, HARPER 1969, sowie die Arbeiten zur "intermediate disturbance hypothesis", CONNELL 1978).

Sowohl die biogeographischen Vergleiche (1) als auch die Vergleiche von Sukzessionsstadien (2) haben, als Argumente für die Diversität-Stabilitäts-These genommen, darüber hinaus einen entscheidenden Mangel: Wenn man schon hohe Diversität und hohe Stabilität gemeinsam auftreten sieht, so *beobachtet* man doch nicht die *Verursachung* dieser durch jene. Es könnte ja auch die Stabilität die Ursache der Vielfalt sein (diese These ist ähnlich umstritten, s. z.B. BEGON et al. 1986, Kap. 23). Es könnten auch beide, Diversität und Stabilität, Folgen dritter Faktoren sein, z.B. der räumlichen Heterogenität der Umweltfaktoren.

Zu 3) Gegen das Monokultur-Argument wurde eingewandt, daß wir es hier mit "abgebrochenen Experimenten" zu tun hätten. Wir wissen ja nicht, ob sich diese Systeme nicht stabilisieren *würden* wenn

auch vielleicht bei einer Dichte der Nutzpflanzen, die wirtschaftlich uninteressant ist -, aber es wird ja entweder die Entwicklung unterbrochen und neu gepflanzt, oder es wird der Sukzession freier Lauf gelassen und eine Erhöhung der Diversität durch Immigration zugelassen. Man kann also gar nicht wissen, ob das System *bei gleicher Diversität* stabil bliebe oder nicht (GOODMAN 1975). Eingewandt wurde ferner, daß naturnahe "Monokulturen", z. B. Adlerfarnbestände, die sich auf ehemaligem Weideland ausbreiten, sehr stabil sein können. Gerade die *artenärmsten* natürlichen Lebensgemeinschaften, die man kennt (kryptoendolithische Ökosysteme in der Antarktis) haben eine sehr lange geologische Geschichte (FRIEDMANN 1982, nach WOODWARD 1993). Die Instabilität *künstlicher* Monokulturen könnte weniger ein Effekt niedriger Diversität sein als auf dem *Fehlen von Koevolution* des Systems aus Pflanze, Schädlingen und deren Konsumenten beruhen (MAY 1980), bzw. einfach auf nicht ausreichender Zeit, um das Sich-Zusammenfinden auch nicht koevolutiv entstandener, aber "zusammenpassender" Glieder dieser Nahrungsketten zu ermöglichen.

Zu 4) Daß die Lebensgemeinschaften entlegener Inseln besonders von biologischen Invasionen betroffen sind, ist seit langem bekannt und viel diskutiert worden. Die ursprünglich vorherrschende Erklärung, daß die Festlandsarten "aggressiver" seien (DARWIN, HOOKER, nach HARRIS 1962) wurde bald durch eine andere abgelöst, die nicht auf Eigenschaften der ankommenden Arten, sondern der betroffenen Ökosysteme verwies: Insel-Ökosysteme seien instabil, nämlich von geringer "Resistenz" in zweierlei Bedeutung: Sie vermögen zum einen einwandernde Arten nicht an der Etablierung zu hindern, und zum anderen zieht die Etablierung, wenn sie stattgefunden hat, weitere Veränderungen nach sich (z. B. Ausrottungen durch die Invasoren).

Als resistenzmindernde Eigenschaften gab man meist "Störung und Artenarmut" an (vgl. z.B. HARRIS 1962). Störung, so das plausible Argument, schwächt oder eliminiert definitionsgemäß anwesende Arten und verbessert so die Ansiedlungsmöglichkeiten von Neulingen, die sonst der Konkurrenz oder dem Angriff einheimischer Konsumenten nicht gewachsen wären, und Artenarmut verbessert die Etablierungschancen ebenfalls insofern, als sie damit einhergeht, daß die Arten breitere Realnischen einnehmen und deren für sie suboptimale Randbereiche nur "schwach besetzen" können, so daß sie hier von geringer Widerstandsfähigkeit gegen Invasoren sind. In artenreichen Gemeinschaften wären diese Randbereiche von anderen Arten besetzt, die gerade hier ihr Optimum finden und darum "stärker" sind.

Die gewichtigsten Einwände dagegen könnte man als Reformulierungen der alten Aggressivitäts-These bezeichnen. Das heißt, man rekurriert auf Eigenschaften der eindringenden *Arten* und nicht auf

solche der Lebensgemeinschaften. Man kann darauf verweisen, daß nicht nur Inseln, sondern auch manche (artenreiche) Festländer bevorzugte Opfer biologischer Invasionen sind. Im Falle von Australien mit seiner archaischen Flora und Fauna hat man eine Überlegenheit der Einwanderer angenommen, auch hat man auf die "Naivität" der Indigenen verwiesen, die auf die neuartigen Feinde nicht vorbereitet sind. Das gilt in vielen Fällen von Invasionen auf Inseln (DIAMOND 1984).

Der biogeographisch bedeutendste Fall dieser Art ist aber wohl die mangelnde "Erfahrung" der Pflanzen derjenigen Grasländer, in denen es vor der Einführung der Weidewirtschaft durch Europäer eine (stärkere) Beweidung durch große Huftiere nicht gab (Nordamerika westlich des Felsengebirges, vgl. MACK 1989; Südamerika, Australien; vgl. DI CASTRI 1989, 1990). Diese Erklärungsweise bezieht sich also auf die Individualebene, während die Diversität eine Eigenschaft der Lebensgemeinschaft ist.

Als Eigenschaft der letzteren könnte man vielleicht die Gestörtheit auffassen, die man bei Insel- wie auch bei kontinentalen Ökosystemen oft als Ursache der Offenheit für Invasionen nennt. Aber daraus muß sich kein Argument für die Diversität-Stabilitäts-These ergeben, wie es der Fall wäre, wenn man die Störung zunächst als Ursache eines Artenrückgangs ansähe, so daß in einem zweiten Schritt neue Arten in die Lücken oder in leere Nischen eindringen können, eine Deutung, die man vor allem in der älteren Literatur häufiger findet. Denn es wäre ja möglich, daß *bestimmte Anpassungen* der einwandernden Arten an die spezifischen Störungsverhältnisse, also Eigenschaften auf Individualebene, für ihren Invasionserfolg ausschlaggebend sind. So scheint es plausibel, daß die über viele Jahrtausende in Agrarökosystemen lebenden und sich an deren Bedingungen anpassenden eurasiatischen Arten in den neu entstandenen Agrarökosystemen Amerikas und Australiens ebenso wie ozeanischer Inseln den einheimischen Arten, denen eine solche Adaption nicht möglich war, überlegen sind (vgl. DI CASTRI 1989, 1990). Man hat das für etliche Fälle auch genauer zeigen können (vgl. die Beiträge in DRAKE et al. 1989 und in den anderen Ergebnisbänden des Scope-Programmes über biologische Invasionen).

Als ein neuerer Beleg von Gewicht für die Diversität-Stabilitäts-These galt eine Zeitlang das folgende: MOULTON & PIMM (1983, 1986a, 1986b) glaubten gezeigt zu haben, daß der Erfolg von invadierenden Sperlingsvögeln und Tauben auf den Hawaii-Inseln mit zunehmender Artenzahl bereits anwesender Vögel (konkurrenzbedingt) sinkt. Insbesondere waren Einführungen immer dann erfolgreich, wenn weniger als 10 eingeführte Arten bereits auf der Insel waren. SIMBERLOFF & BOECKLEN (1991) überprüften den Fall und konnten die Schlußfolgerungen nicht bestätigen. Sie kamen zu



dem Ergebnis, daß der Invasionserfolg auf artenarmen Inseln nicht den auf artenreichen übersteigt.

Zu 5) Experimente mit wenigen Arten, insbesondere Systemen, die aus einer Räuber- und einer Beutepopulation bestehen, schienen die Instabilität solcher artenarmer "Biozöosen" zu zeigen, denn man beobachtet starke Schwankungen und im allgemeinen rasches Aussterben. Dagegen hat man vorgebracht, dies könnte nur dann als Beweis gelten, wenn *ebenfalls experimentell* gezeigt würde, daß artenreichere Systeme stabiler seien (GOODMAN 1975). Das heißt, es müßte Vergleichbarkeit mit jenen Laborsystemen hergestellt werden und es müßte insbesondere experimentell ausgeschlossen werden, daß die artenreicheren natürlichen Systeme ihre Stabilität anderen Faktoren verdanken. Solche Experimente mit artenreichen Systemen gebe es aber nicht.

### 3.2 Ergebnisse mathematischer Modelle bzw. Computer-Simulationen

Man hat eine große Zahl von Modellrechnungen und Simulationen im Computer durchgeführt, um Beziehungen zwischen Diversität und Stabilität zu erforschen (Literatur z.B. bei PIMM 1984). Meist kamen sie, jedenfalls bis Mitte der 70er Jahre, zu Ergebnissen, die der Diversität-Stabilitäts-Theorie direkt widersprachen. Die meistgenannte Arbeit ist die von MAY (1973). Sie wurde über etliche Jahre als das Kernstück der endgültigen Widerlegung immer wieder zitiert. May bezieht sich auf einen bestimmten Gebrauch des Stabilitätsbegriffs: Er identifiziert ihn mit "dynamisch robust". Damit ist gemeint: Kein System ist in dem ganzen Raum stabil - das heißt, es wird nach Veränderung wieder zum Ausgangszustand zurückkehren -, den seine Parameter, die etwa Wechselwirkungen zwischen Populationen oder Beziehungen zu Umweltfaktoren beschreiben, einnehmen können. Systeme mit großem Parameterraum sind "dynamisch robust", solche mit kleinem "dynamisch fragil":\*

May führte nun eine Reihe von Modellrechnungen als Belege an bzw. führte auch selbst solche durch, von Ausweitungen der Lotka-Volterra-Modelle auf Systeme von mehr als zwei Arten bis zu abstrakteren Modellen, die die trophische Struktur zufällig zusammengesetzter Populationen simulieren. Es ergab sich jedes mal, daß die komplexeren Systeme instabiler (dynamisch fragil) sind. May deutete die Ergebnisse biologisch - er nahm an, daß sich reale Ökosysteme ähnlich verhalten wie seine Modelle - so, daß in stabilen, vorhersagbaren Umwelten die Ökosysteme, bzw. die sie zusammensetzenden Populationen, nur mit sehr geringen Störungen zu kämpfen haben und sich deshalb hohe Komplexität

("Diversität der Beziehungen") leisten können, weil sie sich nämlich Instabilität (Fragilität) leisten können; stabil ist ja die Umwelt. In instabilen, unvorhersehbaren Umwelten muß dagegen das Ökosystem einfach sein, denn wenn es einfach ist, kann es dynamisch robust sein und wird gleichsam auch nach starken Deformationen wieder seine alte Form annehmen. Während aus der Diversität-Stabilitäts-Theorie die praktische Nutzenanwendung folgte, man müsse die vielfältigen Ökosysteme - z.B. die tropischen Regenwälder - schützen, weil sie stabil und damit "protektiv" seien, also auch irgendwie zur Stabilität ihrer Umgebung beitragen (vgl. z.B. ODUM 1969), dreht sich das jetzt direkt um: Sie sind die zerbrechlichsten Systeme, sie sind nicht protektiv, sondern haben Protektion *nötig* (MAY 1980).

### 3.3 Die Relevanz der physikalischen bzw. informationstheoretischen Interpretationen für das biologische Problem

Die Möglichkeit des Anschlusses an informationstheoretische und thermodynamische Theorien hat sicher die Attraktivität der Diversität-Stabilitäts-Theorie sehr gesteigert (GOODMAN 1975). Gewiß wäre der Nachweis, daß es sich bei dieser ökologischen Theorie nur um einen speziellen Fall einer physikalischen oder einer allgemeinen Systemtheorie handelt, in deren Rahmen sich jener Diversität-Stabilitäts-Zusammenhang streng zeigen ließe, der beste Weg der Bestätigung. Vor allem Goodman aber hat eingewandt, daß dann die physikalischen Theorien erst einmal so konstruiert werden müßten, daß sie auf die ökologischen Systeme anwendbar sind. Das sei aber bisher so wenig der Fall, daß sich nicht einmal sagen lasse, ob hohe Diversität als Ordnung oder als Unordnung zu interpretieren sei, bzw. als hohe Entropie oder als ihr Gegenteil. Als Gegenteil von Entropie wird Diversität gedeutet, wenn man etwa sagt, daß "das Leben" gerade in seiner Vielfalt ein äußerst unwahrscheinlicher Zustand (= niedrige Entropie) sei und daß diese seine Unwahrscheinlichkeit, damit seine Ordnung, es sei, die für seine erstaunliche Stabilität über die Erdgeschichte hin verantwortlich sei, und daß diese Ordnung der lebenden Natur mit jeder neuen Form, also mit steigender Vielfalt, zunehme. Aber andererseits kann die große Zahl alternativer Zustände, wie sie die redundanten trophischen Pfade der hochdiversen Systeme in MacArthurs Theorie darstellen, auch als gleichbedeutend mit hoher Entropie, also als Unordnung betrachtet werden (GOODMAN ebd.). Es kann, gegenüber der eindeutigen Zuordnung eines Räubers zu der Beute, an die er obligatorisch gebunden ist, als ein Zustand geringerer Ordnung gesehen werden, wenn er unter einer Viel-

Anders als der Begriff der Resilienz (s. 3.6) bezieht sich der der dynamischen Robustheit nicht auf die Rückkehrgeschwindigkeit, sondern auf die Größe des (Parameter-)Raumes (also die mögliche Abweichung), innerhalb dessen Rückkehr möglich ist.

zahl von Beutearten wählen kann (= hohe Diversität trophischer Pfade).

### 3.4 Wovon wird eigentlich behauptet, daß es vielfältig und (folglich) stabil sei - und stabil gegenüber welchen Störungen?

In der älteren Diskussion hat man mit *Diversität* der Ökosysteme im allgemeinen die der *Arten*, also taxonomischer Einheiten, gemeint. In einer Vielzahl von Arbeiten meist ganz ohne Bezug auf unser Thema - wurde aber immer deutlicher, daß diese taxonomische Ebene relativ irrelevant für viele ökologische Fragestellungen ist, oft auch irreführend. Vor allem HARPER (1977) hat das herausgestellt.

Auf der anderen Seite hat man sich für *Stabilität* vor allem auf der *Ebene einzelner Populationen* (also auch von taxonomischen Einheiten) interessiert oder *deren* Stabilität als Indiz für so etwas wie die Stabilität des Systems der Lebensgemeinschaft schlechthin genommen. Anzeichen für Instabilität waren dementsprechend in den eingängigsten Argumenten, wie dem der Anfälligkeit von Monokulturen gegen Schädlinge, starke Schwankungen der Individuendichten einzelner Populationen.

Man betonte nun aber mehr und mehr, daß sich Stabilität auch auf andere Eigenschaften von Populationen und vor allem von Lebensgemeinschaften beziehen kann, insbesondere die Artenkombination oder die Biomasse, und daß man dann oft durchaus andere Ergebnisse hinsichtlich des Diversität-Stabilitäts-Zusammenhanges erhält (vgl. z.B. PIMM 1984; näheres s. u.).

Aber auch wenn man beim Stabilitätsverhalten *einer* Eigenschaft bleibt, kann man ganz unterschiedliche Ergebnisse erhalten je nach dem *Maßstab*, den man anlegt. Das war einer der verbreitetsten Einwände. An einem Ort, an dem man eine dynamische Folge verschiedener Sukzessionsstadien beobachtet, wenn man einen Zeitraum von 100 Jahren untersucht, scheint vielleicht über 10.000 Jahre hin gesehen immer der gleiche Wald vorhanden zu sein (zeitlicher Maßstab), und während ein Quadratkilometer tropischen Regenwaldes über tausende von Baumgenerationen immer tropischer Regenwald war, wechselt die Lebensgemeinschaft eines Quadratmeters innerhalb dieser Fläche ständig (räumlicher Maßstab).

Beide Kritikrichtungen - Frage des Maßstabes und Frage "welche Variablen" - kann man auch als Teile einer breiten kritischen Strömung in der Biologie auffassen (mehr in der Evolutionsbiologie als in der Ökologie, der gesamte Neodarwinismus gehört hierher), die sich als anti-essentialistisch versteht (s. z.B. MAYR 1984). Man kritisierte die Vorstellung, daß die Untersuchungsobjekte Wesenheiten (Essen-

zen) seien, mithin von "ganzheitlichem" Charakter, und daß ihnen bestimmte Eigenschaften "an sich" zukämen, daß also z.B. bestimmte ökologische Gegenstände wie etwa Biozöosen "als solche" stabil seien, als ob ein Gegenstand der Ökologie (d. h. im allg. eine *Gruppe* von Lebewesen) ein einziges lebendes Wesen wäre, für das es in der Tat in gewisser Weise\* sinnvoll ist zu sagen, daß es als Ganzes, als "Wesen", bestimmte Zustände haben kann, z.B. "Gesundheit" Aussagen beispielsweise über die Stabilität können sich aber jedenfalls in der Ökologie von Lebensgemeinschaften nur auf bestimmte, jeweils definierte Eigenschaften beziehen.

Die Frage nach der Rolle der Diversität hat mit Sicherheit je nach Referenzeigenschaft eine andere Antwort. Das heißt *praktisch* aber nicht, daß die Frage sich in unendlich viele auflösen muß, auch wenn es streng genommen unendlich viele geben muß. Denn - so LAWTON & BROWN (1993) - die wichtigsten und interessantesten Prozesse dürften sich ziemlich leicht aus einer langen Kandidatenliste herauslesen lassen. Die Wirkung dieser anti-essentialistischen Kritik war aber auf jeden Fall, daß der Glaube an die Diversität-Stabilitäts-Theorie untergraben wurde. Denn bei jedem bestätigenden Befund lag jetzt der Einwand nahe, auf einer anderen Ebene oder bei Betrachtung anderer Variablen könnte das Ergebnis ja ein ganz anderes sein. Kritik dieser Art hatte also zumindest eine beträchtliche forschungspsychologische Wirkung.

Naheliegender war schließlich der Einwand, daß es eine wenigstens in vielen Fällen unzulässige Vereinfachung sein dürfte, die Stabilität eines Ökosystems allein von *dessen* Eigenschaften her bestimmen zu wollen und die Faktoren, *gegenüber* deren Einwirkung es stabil sein soll, außer Acht zu lassen bzw. als quantifizierbaren Faktor "Störung" zusammenzufassen. Auch hierbei handelt es sich ja um Veränderungen qualitativ verschiedener Eigenschaften, und bei der natürlich immer möglichen Reduktion auf einen gemeinsamen Nenner stellt sich die Frage nach deren biologischem Sinn. Sogar wenn verschiedene Störungen in Veränderungen ein und desselben Faktors bestehen, ist ein quantitativer Vergleich hinsichtlich des "Störungsgrades" oft nicht sinnvoll möglich, weil etwa Intensität, Dauer und Rhythmik der Faktorenänderungen in ganz verschiedenen Verbindungen vorliegen können und die Rolle der Diversität bezüglich jeder dieser Verbindungen eine andere sein könnte.

### 3.5 Die Mehrdeutigkeit des Vielfalts-Begriffs

#### *Artenreichtum und Äquität*

Der Diversitätsbegriff bezieht sich, wie erwähnt, auf zwei Komponenten, den Reichtum an (gegebe-

Das heißt dann, wenn man die "Innenperspektive" des Lebewesens einnimmt; damit verläßt man aber den Bereich der Naturwissenschaft.

nenfalls unterschiedlich bedeutsamen) Elementen und ihre Gleichverteilung. Es hat sich nun gezeigt (allerdings erst nach der eigentlichen Kritikphase, nämlich um 1980), daß beide Komponenten ganz unterschiedliche Wirkungen im Hinblick auf die Stabilität haben können. In Modellrechnungen hat man gefunden, daß die Biomasse-Stabilität einer Gesellschaft (hier: "the lack of change in plant biomass", und zwar "following the removal of a herbivore", KING & PIMM 1983) steigt, wenn die Äquität, die Gleichverteilungskomponente, größer wird, während sie sinkt, wenn die Artenreichtums-komponente (hier die Artenzahl) wächst. Man könnte nun folgern: Wenn man findet, daß steigende Diversität zu mehr Stabilität führt, so wird dies daran gelegen haben, daß man einen Index zur Diversitätsmessung gewählt hat (neben der Shannon-Formel sind noch andere üblich), in welchem die Äquitätskomponente ein größeres Gewicht hat als die Artenreichtumskomponente. Gibt man aber der letzteren durch geeignete Formulierung des Index ein größeres Gewicht - in vielen Arbeiten wird Diversität allein durch die Artenzahl ausgedrückt, d. h. mit dieser identifiziert - dann ergibt sich das Gegenteil, Diversität erscheint negativ mit Stabilität korreliert, und der Schluß liegt nahe, "Einfachheit" sei die Ursache von Stabilität (vgl. ebd.). - Das gilt natürlich nur für dieses Modell; diese Einschränkung sollte man im Auge behalten, auch für die folgenden Argumente. Man darf nicht glauben, man hätte jetzt den wirklichen Zusammenhang entdeckt: nicht die Diversität schlechthin, sondern ihre Äquitätskomponente sei die Ursache von Stabilität. Tatsächlich handelte es sich nur um das Ergebnis einer Modellrechnung unter sehr restringierten Bedingungen: Allein die trophische Ebene der grünen Pflanzen wurde simuliert, eine ganz bestimmte Art der Störung wurde angenommen, es wurde nur die Biomasse-Stabilität betrachtet; das sind nur einige der Vereinfachungen. Es ist fraglich, ob es überhaupt eine reale Situation gibt, die durch dieses Modell zufriedenstellend abgebildet wird.

#### *Diversität und Komplexität*

Meist wurde zwar von der *Diversität-Stabilität*-Theorie gesprochen, und man stellte sich in der Regel eine Beziehung zwischen der Vielfalt an *Arten* und der Stabilität vor. Oft sprach man aber auch von Beziehungen zwischen *Komplexität* und Stabilität. Dahinter steckt die naheliegende Annahme, daß der *Mechanismus*, den man hinter der Steigerung der Stabilität vermutet, ja nicht einfach auf Zahl und Verteilung der Elemente beruhen kann, sondern daß es auf *Beziehungen* zwischen diesen Elementen ankommt (vgl. z.B. MAYNARD-SMITH in RAVERA 1984). Komplexität ist ein Ausdruck, der im weitesten Sinne so etwas wie Zahl von Bestandteilen *und* Zahl der Beziehungen zwischen ihnen meint. Nun hat ein System hoher Diversität zwar die *Möglichkeit* zu hoher Komplexität bzw. zu der Komponente derselben, die man "Konnektivität" nennen kann (connectance, "the number

of actual interspecific interactions divided by the number of possible interspecific interactions", PIMM 1984), aber diese Möglichkeit muß ja nicht realisiert sein. Man kann sich Lebens"gemeinschaften" mit großer Artenzahl vorstellen, in denen kaum Beziehungen zwischen den Arten ausgebildet sind, in denen die Komplexität viel geringer ist als in artenarmen, aber hochgradig vernetzten Gesellschaften. Man müßte also den Begriff der Diversität im diskutierten Zusammenhang besser fallenlassen und fragen, ob es eine Beziehung zwischen Komplexität (oder Konnektivität) und Stabilität gebe. Dazu liegen in der Tat zahlreiche Untersuchungen mit unterschiedlichen Ergebnissen vor. Unter anderem hat man in den oben bereits zitierten Modellrechnungen gefunden, daß Steigerung der connectance, wobei aber ausschließlich Konkurrenzbeziehungen berücksichtigt worden waren, zur Steigerung der Biomassestabilität führt, aber zum Sinken der Stabilität der Artenkomposition der Gesellschaft (KING & PIMM 1983). Insbesondere sank mit steigender Komplexität die "species deletion stability", d. h. die Wahrscheinlichkeit des Verlustes weiterer Arten nach experimenteller Entfernung einer Art wuchs, wenn bei gleichbleibender Zahl der Arten die Zahl der Verbindungen zwischen ihnen stieg (PIMM 1982).

Mit dem Begriff der Komplexität handelt man sich aber einige Folgeprobleme ein. Sie werden relevant, wenn man ihn quantifizieren möchte, und das muß man hier, denn man behauptet ja Wirkungen unterschiedlicher Größe von Komplexität. Ein Problem ist, daß die pure Zahl der Beziehungen (die unter Umständen leicht erhebbare sein könnte) biologisch bzw. für die hier interessierende Frage unwichtig sein mag, denn es könnte ja viel mehr auf die *Stärke* der Beziehungen ankommen.

Dann stellt sich die Frage, wie man die Stärke der Beziehungen messen soll. Man könnte bei negativen Beziehungen (wie Konkurrenz, zum Teil Predation) festlegen, daß die "Stärke" um so größer ist, je größer die negative Beeinträchtigung des Konkurrenten oder Opfers ist, und diese z.B. messen als Verminderung der Zuwachsrates einer Population. Die Beziehung zwischen Katze und Mäusen, von denen eine Vielzahl einer einzigen Katze zum Opfer fällt, wäre demnach eine weit stärkere als die zwischen einem Parasitoiden, z.B. einer Schlupfwespe, und ihrem Wirtsinsekt, wo immer nur ein Individuum im Verlaufe seines Lebens eines tötet (vgl. PIMM 1984). Aber was ist der biologische Sinn einer solchen Festlegung? Dem Alltagssinn von "Beziehungsintensität" würde jedenfalls eine Definition, die auf das Gegenteil hinausläuft, nicht weniger gerecht. Wenn man nun gar *verschiedene Typen* von Interaktionen berücksichtigen und auf einer Skala stark-schwach anordnen will, scheinen der Willkür alle Türen geöffnet. Wie soll man eine mutualistische Beziehung hinsichtlich ihrer Stärke mit einer Konkurrenzbeziehung vergleichen, um beide addieren zu können? Das Ergebnis scheint

jedenfalls zu sein, daß die Frage, ob Komplexität die Stabilität steigere, derart vieldeutig ist, daß mit einer einfachen Ja-Nein-Antwort gar nicht gerechnet werden kann.

Bei der Diversität der Elemente hat man zwar im Prinzip eine ähnliche Schwierigkeit, da ja durchaus Unterschiedliches als Element definiert werden kann. *Praktisch* aber ist die Lage einfacher, weil es meist sinnvoll ist, sich auf Individuen und Arten bzw. Populationen zu beziehen. Man kann jedenfalls, wenn man bestimmt hat, was die Elemente sein sollen und was ihre "Bedeutungswerte" sind, ihre Diversität als eine Zahl angeben. Betrachtet man aber die *Beziehungen* zwischen den Elementen, so ergibt sich über die schon genannten Schwierigkeiten hinaus das Problem, daß sich durch die Beziehungen *Gestalten* bilden. Die gleiche Zahl von Beziehungen kann eine Kette, einen Kreis oder eine andere Figur bilden. Offensichtlich ist die Angabe, es handle sich um die gleiche Größe der Konnektivität oder Komplexität, in einem solchen Fall wenig aussagefähig. (Ähnlich die Kritik daran, daß bei der Diskussion um die Diversität-Stabilitäts-These unerlaubterweise meist von einer Zufallsverteilung der Elemente ausgegangen werde, s. z.B. MAYNARD-SMITH in RAVERA 1984).

Gegen die Annahme, als Ursache des Stabilitätsverhaltens ließe sich mit der Diversität oder, eingeschränkt, der Komplexität eine als eine Zahl angebbare Eigenschaft des Ökosystems betrachten, sprach schließlich auch die oft ausschlaggebende ökosystemare Rolle einzelner Arten ("keystone species"). Man kann sich leicht vorstellen, daß beispielsweise die Fähigkeit einer Art zur Stickstofffixierung oder die Standfestigkeit einer häufigeren Baumart jeden Einfluß der puren Diversität auf die Stabilität, sollte es ihn geben, überspielt.

### 3.6 Die Mehrdeutigkeit des Stabilitäts-Begriffs

So wie auf diese Weise der Eindruck entstanden war, man habe eigentlich gar nicht gewußt, *wovon* man behauptet hat, es steigere die Stabilität, so setzte sich auch die Auffassung durch, man habe gar nicht gewußt, *was* da gesteigert werden soll. Denn unter "Stabilität" verbirgt sich ganz Verschiedenes, was sich zudem gegenüber dem Faktor Diversität oder Komplexität möglicherweise geradezu entgegengesetzt verhält. Auf dem Internationalen Ökologenkongreß in DEN HAAG 1974, der oft als eine Art offizielle Beerdigung der Diversität-Stabilitätstheorie gesehen wurde (vgl. van DOBBEN & LOWE-MCCONNELL 1975; zuvor war bereits auf dem "Brookhaven-Symposium" die Kritik in unübersehbarer Weise hervorgetreten, vgl. WOODWELL & SMITH 1969), hat ORIAN (1975) nicht weniger als 6 verschiedene Bedeutungen von Stabilität herausgestellt; andere haben weitere hinzugefügt. Einige der wichtigsten sind (die Termini werden nicht einheitlich benutzt):

*Persistenz*; dieser Begriff bezieht sich auf die Zeit, über die eine bestimmte Variable ihren Wert behält.

*Resistenz*, die "Widerstandsfähigkeit" gegen Störung, (negativ) meßbar etwa als das Ausmaß, in welchem eine Variable sich nach einer Störung verändert.

*Resilienz* (Elastizität); dieser Begriff bezieht sich auf die Rückkehrgeschwindigkeit einer Variablen zum alten Wert (Gleichgewicht) nach Störung.

relative zeitliche *Konstanz* bzw. geringe zeitliche Variabilität im Sinne des Ausmaßes der Abweichungen von einem Mittel- oder Ausgangswert.

Es gibt, wie gesagt, noch etliche weitere Bedeutungen. Erschwerend kommt hinzu, daß sie in komplizierter Weise miteinander verbunden sind (vgl. PIMM 1984). Man kann sich vorstellen, daß die Wirkung "der" Diversität oder Komplexität (wie wir gesehen haben, kann ja bereits das sehr verschiedene bedeuten) auf verschiedene Bedeutungsvarianten von Stabilität ganz unterschiedlich sein kann.

Betrachten wir den Stabilitätstyp Resilienz. Man kann folgendermaßen argumentieren (vgl. z.B. PIMM 1993): Populationen von r-Strategen sind zeitlich sehr variabel und in diesem Sinne höchst instabil. Instabil sind sie auch im Sinne von Resistenz, denn die Individuen sind wenig geschützt gegenüber ungünstigen Umweltverhältnissen, so daß Zusammenbrüche von Populationen die Regel sind. Nach einer Störung ist aber die Rückkehrgeschwindigkeit zur alten Populationsdichte hoch. Das heißt, im Sinne von Resilienz sind diese Populationen sehr stabil. Betrachtet man ganze Lebensgemeinschaften, so ergibt sich: Um nach einer Störung zur ursprünglichen Dichte zurückzukehren, ist es für eine Population meist erforderlich, daß manche andere Populationen, mit denen sie interagiert, ebenfalls zur ursprünglichen Dichte zurückkehren. Denn wenn auch z.B. eine Population von r-Strategen die *Möglichkeit* hat, rasch wieder anzuwachsen (hohe "ideale Natalität"), so benötigt sie doch eine hinreichende Menge von Ressourcen dazu, z.B. Beuteorganismen, deren Dichte aber durch die Störung auch reduziert worden sein kann. Je artenreicher nun eine Lebensgemeinschaft ist, desto mehr interagierende Populationen müssen zum alten Zustand zurückkehren, desto länger - weil mit steigender Artenzahl auch die Wahrscheinlichkeit steigt, daß langsame, nicht resiliente Populationen darunter sind - wird die Rückkehr dauern. Daraus folgt: *Artenarme* Lebensgemeinschaften sind stabil im Sinne von Resilienz.

PIMM (1993) hat auf einen weiteren sehr verbreiteten Fehler in der üblichen Argumentation aufmerksam gemacht. Er hat mit der Konfusion zu tun, die in der Ökologie oft im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen der Ebene der Beschreibung

und der der Bewertung herrscht (bedingt wohl auch dadurch, daß die Ökologen in der Naturwissenschaft ständig mit einer Art von Sollwert zu tun haben - nämlich wenn sie über "Funktionen" von etwas für etwas reden so daß es ihnen häufig schwer fällt zu bemerken, daß sie auf eine andere, nicht naturwissenschaftliche Ebene gerutscht sind und einen Kategorienfehler begehen, wenn sie mit Sollwerten, die einen gesellschaftlich definierten Nutzen ausdrücken, umgehen). Der Fehler ist dieser: Wir nennen meist ohne nachzudenken ein Ökosystem, in dem die *erwünschten* Arten hohe Resilienz zeigen, stabil (man denke an einen Wald, bei dem die Bäume sich nach Schädlingsbefall rasch erholen). Zeigen aber die *unerwünschten* Arten Resilienz (sind sie einfach nicht zu bekämpfen, weil sich ihre Populationen sofort wieder erholen), so ist uns das ein Zeichen für die Instabilität des Systems. Vermutlich kommt ein beträchtlicher Teil der Überzeugungskraft der Diversität-Stabilitäts-Theorie für eher praxisorientierte Ökologen aus solchen Kurzschlüssen.

#### 4 Teilweise Rehabilitation der Diversität-Stabilitäts-These

Seit den 80er Jahren, so mein Eindruck, gewinnt die Diversität-Stabilitäts-These wieder an Boden.

Argumente für eine abgeschwächte Version der Diversität-Stabilitäts-Theorie sind offensichtlich bereits in manchen der Widerlegungsversuche enthalten: Sofern die Kritik darin bestand, anti-essentialistisch zu betonen, daß Diversität und Stabilität sich nur auf bestimmte Variablen beziehen können und nicht etwa auf eine "Lebensgemeinschaft als solche", so lauteten die Einwände ja oft, daß die alte These in bezug auf manche Variablen oder manche Aspekte von Diversität und Stabilität nicht gilt. Aber dann gilt sie *doch für andere*. Die erwähnten Modellierungen der Pimm-Arbeitsgruppe ergaben ja z.B., daß Komplexitätssteigerung doch zur Steigerung der Stabilität führt, wenn auch nur hinsichtlich einer bestimmten Variablen, nämlich der Biomasse, nicht aber der Artenkombination (KING & PIMM 1983). Und betrachtet man nicht die Vielfalt der Beziehungen, sondern die der Elemente, so hatte zwar nicht der Artenreichtum einen der alten These entsprechenden Effekt, aber doch die Äquität; dies allerdings nur unter ganz bestimmten Bedingungen, während unter anderen ("donor controlled systems") durchaus die Artenreichtums-Komponente zur Steigerung bestimmter Aspekte von Stabilität führt (PIMM 1984).

Ähnlich ließ sich dem oben genannten Argument, das klassische MacArthur-Modell spreche doch in Wirklichkeit dafür, daß in vielfältigen Ökosystemen viele Arten überflüssig seien und damit auch ohne Wirkung auf die Stabilität verschwinden könnten, leicht ein *für* die Diversität-Stabilitäts-These sprechender Aspekt abgewinnen (vgl. LAWTON & BROWN 1993): Unter *normalen* Verhältnissen mag

eine große Zahl von Arten redundant sein. Aber bei *starker* Belastung, die ja (in diesem Modell) darin besteht, daß sehr viele Energiepfade ausgeschaltet werden, könnten die sonst überflüssigen Arten eine Funktion bekommen.

So gewann - denn Ergebnisse und Äußerungen dieser Art gab es viele, vgl. z.B. KIKKAWA (1986) und die dort zitierte Literatur - die Auffassung an Einfluß, daß die Meinung, die ab Mitte der 70er Jahre von vielen geteilt worden war, die Diversität-Stabilitäts-These sei erledigt und vielleicht sei sogar das Gegenteil erwiesen, doch nicht zurecht bestehe. Hinzu kam, daß inzwischen einige experimentelle Untersuchungen vorlagen, die die Mängel der alten empirischen "Beweise" nicht hatten. Eine der ersten dieser Arbeiten, die für einiges Aufsehen sorgte, weil sie "den theoretischen Ergebnissen" - womit vor allem Mays Modellierungsergebnisse gemeint waren - direkt zu widersprechen schien, stammte von McNAUGHTON (1977, 1979, s. auch 1993). Er fand, daß Störungen durch Herbivorie sich in artenreichem Grasland der Serengeti weniger stark auf die Stabilität (im Sinne von Resistenz und Resilienz) der Biomasseproduktion auswirkten als in artenarmen.

Vor allem ist hier aber eine umfangreiche und langfristige Studie von Tilman und Mitarbeitern (TILMAN 1988, TILMAN & WEDIN 1991, TILMAN & DOWNING 1994) aus jüngerer Zeit zu nennen. Man untersuchte über 12 Jahre 207 Grasland-Dauerflächen im Hinblick auf die Stabilität der "Ökosystemproduktivität" in Antwort auf Trockenheit als Störfaktor. Gefunden wurde unter anderem eine starke Beziehung zwischen der Artenreichtums-Komponente der Diversität und der Stabilität, und zwar sowohl im Sinne von Resistenz als auch im Sinne von Resilienz. Das heißt, die artenreicheren Systeme widerstanden einerseits längere Zeit der Trockenheit, und zudem stärkerer, als die artenarmen. Andererseits kehrten sie auch, wenn durch zu starke Störung der Widerstand gebrochen worden war, schneller zum ursprünglichen Zustand zurück. Es gab Einwände der Art, daß die artenarmen Gesellschaften besser mit Nährstoffen versorgt gewesen sein könnten (ein Hauptgrund für die Verarmung von Wiesen und Weiden an Arten ist ja bekanntlich starke Düngung), daß unter solchen Bedingungen aber sich das Sproß-Wurzel-Verhältnis zugunsten der oberirdischen Teile zu verschieben pflegt, so daß es wegen der schwächeren Wurzelbildung zu stärkerer Anfälligkeit gegen Trockenheit kommt (neben weiteren physiologisch-morphologischen Veränderungen, die unter solchen Bedingungen guter Nährstoffversorgung zu verringerter Trockenheitsresistenz führen). Damit müßte nicht die Diversität, sondern könnte auch ein weiterer, auf der autökologischen Ebene der Morphologie und Physiologie der Einzelpflanze liegender Faktor die Ursache der Stabilitätsverringeringung sein (GIVNISH 1994). Dieser Einwand aber konnte, soweit ich sehe, von TILMAN et al. (1994) zurückgewiesen werden.

Solche Zusatzfaktoren würden zwar eine Rolle spielen (es ist zudem, wie die Autoren einräumen, *nie* möglich, den Einwand definitiv zu widerlegen, es gebe noch bisher unbekannte Faktoren), doch habe gezeigt werden können, daß wenigstens der Sproß-Wurzel-Effekt nur einen kleinen Anteil der beobachteten Unterschiede erklären kann.

CASE (1990) bestätigte diese Befunde durch Modelluntersuchungen. Er verglich Modelle unterschiedlich artenreicher Gesellschaften und unterschiedlich starker (Konkurrenz-) Interaktionen zwischen den Arten im Hinblick auf ihre Resistenz gegenüber Invasionen. Er fand, daß artenreiche Gesellschaften mit starken Interaktionen den Invasionserfolg ähnlicher Arten vermindern, und zwar durch Errichten einer "activation barrier", die in der Lage ist, Neuansiedler kompetitiv zu verdrängen, wenn diese in zu geringer Zahl ankommen ("priority effect for residents"). Den Widerspruch dieser Ergebnisse zu den älteren Modellierungen von May und anderen, die eine geringere Stabilität diverser Gesellschaften ergaben, erklärt Case so, daß es sich bei der Invasionsresistenz insofern um einen ganz anderen Fall handle, als es hierbei nicht um die "asymptotic response" der *bestehenden* Gesellschaft auf Störungen gehe, sondern um die Dynamik einer *neuen* Gesellschaft, welche auch die hinzugefügten Arten (die dann entweder eliminiert werden oder deren Populationen wachsen und sich etablieren) enthält.

Case konnte auch Eltons These, daß das Eindringen fremder Arten in Lebensgemeinschaften von Inseln zeige, artenreiche Gesellschaften seien resistenter gegen biologische Invasionen als artenarme, empirisch untermauern. Bei einer weltweiten Übersicht über Introduktionen von Vögeln auf Inseln und Kontinenten ergab sich eine steile Abnahme des Invasionserfolges mit der Artenzahl der bereits vorhandenen Avifauna. Auch bezüglich anderer Vertebraten erhielt er ähnliche Ergebnisse (DIAMOND & CASE 1986).

## 5 Resümee

Die hier angeführten Pro- und Contra-Argumente der neueren Diskussion sind eine relativ kleine Auswahl. Aber auch eine vollständige Wiedergabe würde es wohl nicht einfacher machen, ein Gesamtbild des Stands der Forschung - d. h. dessen, was als gesichertes Wissen gilt - zu skizzieren. Nur bezüglich einiger Teilfragen zeichnet sich das ab. Im ganzen aber gibt es einander widersprechende Ansichten. Für manche Ökologen scheint die alte Auffassung fast wieder hergestellt. Pimm meinte bereits 1984 (PIMM 1984), daß man anfangs andere Kombinationen von Bedeutungen der Diversitäts- und Stabilitätsbegriffe als später in der Kritikphase vor Augen hatte. Beziehe man sich aber auf die gleichen, so sei die Übereinstimmung oft gut. Andere Autoren sehen für eine solche Rehabilitierung weniger gute Gründe, so etwa LAWTON & BROWN

(1993), wenn sie Ehrlichs "rivet hypothesis" mit dem Verweis auf die Redundanz der Arten und vor allem die ökologische Einflußlosigkeit des Großteils der seltenen Arten kritisieren. Im folgenden werden einige der Punkte angesprochen, hinsichtlich derer man meint, sicheren Boden erreicht zu haben; doch auch da gibt es mitunter noch Zweifel.

### "Gummi und Glas"

Eine Zeitlang schien es, als ob sich eine von der traditionellen Diversität-Stabilitäts-Theorie sehr verschiedene, aber erneut überaus einfache Lösung abzeichne. Sie wurde oben, als auf die dynamische Fragilität der komplexen Gesellschaften und die Resilienz der "instabilen" einfachen Gesellschaften hingewiesen wurde, schon angedeutet. HAM-PICKE (1979) schrieb: "Ein Hauptmangel des traditionellen Diversitäts-Stabilitäts-Theorems war die Unschärfe hinsichtlich des Inhalts von 'Stabilität', umso mehr, als sich hierunter nicht nur graduell verschiedene, sondern einander ausschließende, antagonistische Konzepte verbergen. (...) Da in den reifen, protektiven Klimaxökosystemen gerade die komplexen Beziehungen stark vertreten sind, ist es nicht verwunderlich, wenn diese Systeme unelastisch sind. Konstante ('resistance') und elastische ('resilience') Ökosysteme verhalten sich zueinander etwa wie Glaskörper und Gummimassen. Erstere behalten ihre Gestalt gegenüber äußerem Streß bis zu einem gewissen Grad vollständig; wird aber eine Grenze überschritten, so zerbrechen sie. Die zweiten sind nicht 'formbeständig', aber auch unter massiven äußeren Einflüssen wesentlich überlebensfähiger."

Dieses Bild ist sehr eingängig. Gerade deshalb sollte es, wie GOODMAN (1975) anlässlich anderer Metaphern, die den Sachverhalt "offensichtlich" erscheinen lassen, warnte, mißtrauisch machen. Auch wenn es in vielen realen Situationen eine gute Orientierung zu geben scheint, dürfte es doch allzu sehr vereinfachen, als daß man in ihm die Lösung des Problems schlechthin sehen könnte. In Tilmans und McNaughtons Experimenten z. B. waren Resistenz und Resilienz *gleichsinnig* mit der Diversitätsänderung korreliert, und zwar im Sinne der alten Diversität-Stabilitäts-These.

### *In Pflanzengesellschaften steigert Vielfalt die Stabilität der Biomasseproduktion*

Bezüglich einiger *Teilaspekte* dieser These scheint die neuere Forschung aber doch zu Ergebnissen geführt zu haben, die Bestand haben dürften. Dazu gehören vor allem die eben genannten Befunde von McNaughton und Tilman. Zu bedenken ist aber, daß sie sich nur auf den Zusammenhang zwischen Artendiversität von *Pflanzengesellschaften* und der Stabilität ihrer Biomasseproduktion beziehen. Daß es einen solchen Zusammenhang gibt, ist allerdings im Prinzip schon viel länger bekannt und auch experimentell demonstriert worden (WOODWARD 1993 weist auf ELLENBERG 1954 hin). Er liegt im Grunde auf der Hand: Wenn - so Woodward

beispielsweise in einem trockenen Jahr einige Arten besonders produktiv sind, so werden dies in einem nassen andere sein. Die durchschnittliche "ecosystems response", etwa die Nettoprimärproduktivität über einige Jahre, wird um so konstanter sein, je höher die Vielfalt an Arten (mit unterschiedlichen Ansprüchen) ist.

Bei Tiergesellschaften und Lebensgemeinschaften aus Tieren und Pflanzen haben wir es allerdings mit einem ganz anderen Fall zu tun. Anders als zwischen Pflanzen, wo an Interaktionen im wesentlichen nur Konkurrenz eine Rolle spielt, sind vor allem konsumtive Beziehungen relevant, so daß sich insbesondere der Interaktionen betreffende Begriff der Komplexität auf einen völlig anderen Sachverhalt bezieht.

Die meisten Theorien, von MacArthur an, und auch die meisten der neueren Modellierungen befassen sich mit Systemen, in denen konsumtive Interaktionen entscheidend sind und nicht mit Systemen, wie sie Tilman und McNaughton untersucht haben.

#### *Irrelevanz der Diversität für großräumige Stoff- und Energieströme*

Ein weiteres wichtiges, allerdings weniger gut gesichertes Ergebnis hat SOLBRIG (1991) in der Hypothese formuliert, daß bezüglich der Stabilität der Stoff- und Energieströme kleinräumig die Artenzahl sehr relevant sei, großräumig aber gelte: "biodiversity is not important in carbon, nutrient, and water balance due to internal redundancies and compensations" Das scheint vor allem durch die Paläontologie bestätigt zu werden. Nach LAWTON und BROWN (1993) waren die meisten Ökosysteme der letzten 600 Millionen Jahre wesentlich artenärmer als die heutigen. Das größte von mehreren Ausrottungsereignissen (im späten Perm) könnte zudem 95-96 % dieser wenigen Arten vernichtet haben. Es gebe keinen Hinweis, daß die wichtigsten "life supporting systems", vor allem die grundlegenden biogeochemischen Zyklen, dadurch verändert worden seien, daß weniger Arten an den Prozessen beteiligt waren. Diese Zyklen und auch das Klima haben sich mehrmals erheblich gewandelt, aber man habe keinen Grund anzunehmen, daß dies eine Folge stark verringerten Artenreichtums gewesen sei (LAWTON & BROWN 1993). Allerdings bleibt fraglich, ob sich daraus ableiten läßt, daß der derzeitige Artenrückgang keine ökosystemaren Folgen dieser Art haben wird. Die genannten Autoren geben zu bedenken: Die Geschwindigkeit der Ausrottung ist heute um ein Vielfaches höher als die der größten Massenausrottungen der Vergangenheit. Es dürfte - in dieser globalen Dimension - vermutlich nicht das Ausmaß des Verlustes eine Stabilitätsgefährdung sein, aber vielleicht könnte das Tempo der Diversitätsminderung eine darstellen.

#### *Diversitätsverminderung durch Diversitätsverminderung*

Die stofflich-energetischen ökosystemaren Funktionen sind aber nicht alles, was man durch die

aktuelle Diversitätsverminderung in seiner Stabilität gefährdet sieht. Die Befürchtungen richten sich auch auf eine Instabilität des Artenbestandes selbst durch die Reduzierung der Artenzahl. Sicher sind viele der einschlägigen Formulierungen zirkulär; dennoch könnte die Befürchtung berechtigt sein. Denn es wäre ja möglich, daß das Unterschreiten einer bestimmten Grenze der Vielfalt die Existenzmöglichkeit weiterer Arten gefährdet und eventuell gar eine Kettenreaktion von Extinktionen auslöst; externe Ausrottungsursachen könnten interne in Gang setzen.

Gewiß kennt man zahlreiche Beispiele für solche Prozesse, doch sind wir weit von der Möglichkeit einer Verallgemeinerung entfernt. Es ist dabei vor allem zu bedenken, daß eine Aussage über die Wirkung der Änderung der reinen Artenzahl (und -verteilung) verlangt ist, und daß alle Beispiele, die zeigen, daß die Eliminierung bestimmter Arten den Verlust anderer Arten nach sich zieht, nicht als Argument für die "Erhaltung der Biodiversität" gelten können (denn über mögliche Redundanz ist mit noch so vielen Beispielen dieser Art nichts ausgesagt). Arbeiten, die so argumentieren (z.B. EHRlich & EHRlich 1992), sind darum bereits im Ansatz verfehlt.

#### *Statt Generalbegründung für Naturschutz: Forschungsprogramm*

Die generelle für die Naturschutzdiskussion relevante Aussage, die sich dem heutigen Stand der Forschung entnehmen läßt, ist, daß von einem allgemeinen Zusammenhang zwischen hoher Diversität und hoher Stabilität nicht ausgegangen werden kann, und daß dem Naturschutz damit auf der Ebene der Begründung durch "materiellen Nutzen" sein Hauptargument entfällt. Aber auch die gegenteilige allgemeine These, wie sie in den 70er Jahren unter Fachleuten verbreitet war, kann nicht aufrechterhalten werden. Es gibt offenbar doch zahlreiche Situationen, in denen ein Zusammenhang zwischen Diversität und Stabilität besteht. Welche dies sind, ist allerdings kaum in ersten Umrissen geklärt. Das heißt, an die Stelle einer Generalbegründung für "ökologisches" Handeln hätte zunächst ein Forschungsprogramm zu treten, das absehbar für viele, aber nicht alle Konstellationen Begründungen, die auf einem Diversität-Stabilitäts-Zusammenhang aufbauen, liefern wird.

#### *Es mangelt weniger an Daten als an richtigen Fragen*

Was die Forschungsfragen angeht, die ein solches Programm beinhalten müßte, so lassen sich dem bisher Angeführten bereits viele entnehmen, und die in dieser Auswahl nicht berücksichtigte Literatur enthält weitere. Statt des Versuchs einer Aufzählung soll nur ein allgemeiner Hinweis gegeben werden; für ein solches Programm wäre vor allem folgendes zu beachten: Die bisherige Debatte hat erkennbar gemacht, daß es weniger an Daten gefehlt hat als daß die Fragen meist falsch gestellt bzw. die Probleme unzulässig vereinfacht worden waren. Die anti-

essentialistische Kritik hat das am deutlichsten gezeigt; auch wenn der Inhalt des jeweils verwendeten Stabilitäts- und des Diversitätsbegriffs klar ist, so zielen doch Fragen ins Leere, die sich auf "das Ökosystem" oder "die Lebensgemeinschaft" richten.

Beispiele für Differenzierungsmöglichkeiten wurden oben bereits etliche genannt, etwa bezüglich der unterschiedlichen Wirkung von Artenreichtum und Äquität. Andere, vor allem was die verschiedenen Positionen in der Nahrungskette betrifft (z.B. ist es von jeweils ganz anderer Bedeutung, ob Diversität auf Predatoren- oder auf Konsumentenebene sich ändert, vgl. z.B. PIMM 1984, KIKKAWA 1986), werden seit einiger Zeit relativ intensiv untersucht. Um die Notwendigkeit differenzierterer Fragestellung zu betonen, sei als Beispiel für die Kompliziertheit des Problems noch einmal das Monokultur-Argument aufgegriffen. Wovon wird hier eigentlich behauptet, daß es instabil sei, und wessen Diversität ist die "Diversität"?

Meist bezieht sich dieses Argument auf Predatoren-Beute-Beziehungen, insbesondere parasitische. Die Monokulturart ist die Beute (Wirt). Die Diversität der Wirtsebene ist definitionsgemäß die geringste, die möglich ist. Damit ist aber über die Diversität (oder Komplexität) des Wirt-Parasiten-Systems nichts gesagt. Es ist, nach allem, was insbesondere Computersimulationen ergeben haben, von Bedeutung, ob es viele oder wenige Parasitenarten gibt (Diversität bzw. Artenreichtum), ob diese untereinander in Konkurrenzbeziehungen stehen, ob sie ihrerseits Predatoren haben (Komplexität) usw. Wenn obligatorische Konsumtionsbeziehungen eine Beuteart und das Nahrungsnetz, in dessen Zentrum sie steht, aus dem biozönotischen Zusammenhang isolieren, so hat man es synökologisch gesehen mit "Monokulturen" zu tun, auch wenn diese Bestandteile von Mischbeständen sind. Andererseits sind viele Monokulturen (im Sinne von Beständen einer Art) synökologisch gesehen gar keine, weil manche Predatoren nicht obligatorische Spezialisten sind und auch außerhalb der Monokultur Nahrung finden.

Ferner ist zu fragen, auf welche Eigenschaft welcher Arten sich (welche Art von) "Stabilität" bezieht. Es ist ein Unterschied, ob Persistenz, Resistenz und Resilienz der Monokulturart gemeint sind (vgl. das oben genannte Argument von PIMM 1984) oder die Stabilität der Predatoren oder die Stabilität des Gesamtsystems (etwa hinsichtlich der Eigenschaft der Artenzahl). Das Monokulturargument bezieht sich üblicherweise auf das erstgenannte, behauptet einen ursächlichen Zusammenhang zwischen minimaler Diversität des Bestandes der Beutearten (Wirtsarten) und seiner geringen Stabilität. Die destabilisierende Wirkung geht aber von den Predatoren aus. So ist ein vermutlich stichhaltiges Argument das bekannte epidemiologische, daß wegen der geringen Wirtsdichte in Mischbeständen die

überwiegend monophagen Parasiten meist auf den "falschen" Arten landen, weshalb hier Gradationen kaum auftreten (unterhalb einer bestimmten Wirtsdichte hört die Ausbreitung überhaupt auf). Daraus folgt aber zunächst nur etwas für bestimmte Aspekte der Stabilität der Predatoren- bzw. *Parasiten*population. Ihre Schwankungen sind in Reinbeständen größer, doch auch dies nur unter der Bedingung, daß es nicht dämpfende Mechanismen vor allem im Bereich der Interaktionen mit Predatoren, Konkurrenten und Mutualisten gibt. Ob die Wirtsart (die Art in "Monokultur") ihrerseits auf die Populationschwankungen der Parasitenart reagiert, hängt weitgehend von Dingen ab, die sich auf der Ebene "Diversität" gar nicht behandeln lassen, etwa von bestimmten koevolutionären Beziehungen, die z.B. dafür gesorgt haben könnten, daß die Folgen des Befalls für den Wirt gering bleiben (was wohl eine allgemeine Tendenz ist, BEGON et al. 1986, Kap. 12). Zu bedenken ist auch, daß unter der Perspektive der in Monokulturen durch die Dichte der Wirtspopulation ermöglichten Gradationen der Predatoren- bzw. Parasitenpopulation wegen der verbreiteten Genotypspezifität von Wirt-Parasit-Beziehungen Monokulturen einer *Art* oft, ja meist gar nicht als Monokulturen fungieren, sondern als hochdiverse "Gesellschaften", wobei hier aber gar nicht die *Viel*falt der Wirtspopulation an Genotypen relevant ist, sondern der *Anteil* der resistenten Linien.

Die Möglichkeiten der Differenzierung des zunächst so einfach scheinenden Problems ("ist die Instabilität von Monokulturen ein Beweis für die Diversität-Stabilitäts-Theorie?") sind damit noch nicht erschöpft. Was man an diesem Beispiel vor allem sieht, ist die Notwendigkeit geeigneter *Fragestellungen*. Denn die empirischen Untersuchungen, die darunter ausgewertet werden *könnten*, sind gerade auf diesem Gebiet enorm zahlreich, während auf Basis der alten undifferenzierten Frage auch noch so viele und genaue Daten nicht weiterhelfen können. Zudem betreffen die empirischen Untersuchungen immer nur einen winzigen Bruchteil der möglichen Fälle, und wir können nicht wissen, ob sie verallgemeinerbar sind. Es mangelt generell nicht an empirischen Ergebnissen, sondern daran, daß man selten genau weiß, worauf sie eine Antwort geben. Jede neu konstruierte Frage zeigt, daß es eine Vielzahl von Daten, Beobachtungen, Experimenten bereits gibt, deren Relevanz aber erst mit der neuen Frage hervortritt.

## Danksagung

Den Teilnehmern des Seminars "Die Diversität der Diversität" im Sommer 1995 in Iffeldorf - Rainer Jakob, Franziska Knüsel, Stefan Radlmair, Jürgen Schoerbel, Angela Weil, Susanne Wildner und vor allem Astrid Schwarz und Wolfgang Zehlius - danke ich für Anregungen und Kritik.



## Literatur

- BEGON, M., HARPER, J. & TOWNSEND, C. (1986): Ecology. Individuals, populations and communities. Oxford.
- CASE, T.J. (1990): Invasion resistance arises in strongly interacting species-rich model competition communities. - Proc. Nat. Acad. Sci. USA 87: 9610 - 9614.
- CONNELL, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. - Science 199: 1302 - 1310.
- DI CASTRI, F. (1989): History of biological invasions with special emphasis on the old world. - In: DRAKE et al. (Hrsg.), S. 2 - 29.
- (1990): On invading species and invaded ecosystems: the interplay of historical chance and biological necessity. - In: DI CASTRI, F., HANSEN, A.J. & DEBUSSCHE, M. (Hrsg.): Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Dordrecht, S. 3 - 16.
- DIAMOND, J.M. (1984): Historic extinctions: a Rosetta Stone for understanding prehistoric extinctions. - In: MARTIN, P.S. & KLEIN, R.G. (Hrsg.): Quaternary Extinctions: a prehistoric revolution. Tucson, S. 824 - 862.
- (1988): Factors controlling species diversity: overview and synthesis. - Annals of Missouri Botanical Garden 75: 117 - 129.
- DIAMOND, J.M. & CASE, T.J. (1986): Overview: introductions, extinctions, and invasions. - In: DIAMOND, J.M. & CASE, T.J. (Hrsg.): Community Ecology. New York, S. 65 - 79.
- DOB BEN, W.H. van & LOWE-MCCONNELL, R.H. (Hrsg.) (1975): Unifying concepts in ecology. Den Haag.
- DRAKE, J.A., MOONEY, H.A., DI CASTRI, F., GROVES, R.H., KRUGER, F.J., REJMÁNEK, M., WILLIAMSON, M. (Hrsg.) (1989): Biological Invasions: a Global Perspective. - Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapur.
- DRURY, W.H. & NISBET, I.C.T. (1973): Succession. - Arnold Arbor. J. 54 (3): 331 - 368.
- EHRlich, P.R. & EHRlich, A.M. (1981): Extinction. The causes and consequences of the disappearance of species. - New York.
- EHRlich, P.R. & EHRlich, A.H. (1992): The value of biodiversity. - Ambio 21 (3): 219 - 226.
- ELLENBERG, H. (1954): Über einige Fortschritte der kausalen Vegetationskunde. Vegetatio 5/6: 199 - 211.
- ELTON, C.S. (1958): The ecology of invasions by animals and plants. - London.
- GIVNISH, T.J. (1994): Does diversity beget stability? - Nature 371: 113 - 114.
- GOODMAN, D. (1975): The theory of diversity-stability relationships in ecology. - The Quarterly Review of Biology 50 (3): 237 - 266.
- HAMPICKE, U. (1979): Ökologie und Umweltideologie. In: IMMLER, H. (Hrsg.): Materialien zur Sozialökologie. Kassel, S. 34 - 49.
- HARPER, J.L. (1969): The role of predation in vegetational diversity. - Brookhaven Symposia in Biology 22: 48 - 61.
- (1977): Population biology of plants. - London.
- HARRIS, D.R. (1962): The invasion of oceanic islands by alien plants: an example from the Leeward Islands, West Indies. - The Inst. of Brit. Geographers Publ. 31: 67 - 82.
- HUTCHINSON, G.E. (1959): Hommage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? - Am. Nat. 93: 145 - 159.
- KIKKAWA, J. (1986): Complexity, diversity and stability. In: KIKKAWA, J. & ANDERSON, D.J. (Hrsg.): Community ecology: pattern and process. Melbourne, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, S. 41 - 62.
- KING, A.W. & PIMM, S.L. (1983): Complexity, diversity, and stability: a reconciliation of theoretical and empirical results. - Am. Nat. 122: 229 - 239.
- LAWTON, J.H. & BROWN, V.K. (1993): Redundancy in ecosystems. In: SCHULZE, E.-D. & MOONEY, H.A. (Hrsg.), S. 255 - 270.
- LEIGH, E.G. (1975): Population fluctuations, community stability, and environmental variability. In: CODY, M.L. & DIAMOND, J.M. (Hrsg.): Ecology and evolution of communities. Cambridge (Mass.), S. 51 - 73.
- MACARTHUR, R.H. (1955): Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. - Ecology 36: 533 - 536.
- MACK, R.N. (1989): Temperate grasslands vulnerable to plant invasions: characteristics and consequences. - In: DRAKE et al. (Hrsg.), S. 155 - 179.
- MARGALEF, R. (1958): Information theory and ecology. - Gen. Syst. 3: 36 - 71.
- (1968): Perspectives in ecological theory. - Chicago.
- MAY, R.M. (1973): Stability and complexity in model ecosystems. - Princeton.
- (1980): Muster in Gesellschaften aus mehreren Arten. - In: MAY, R. M. (Hrsg.): Theoretische Ökologie. Weinheim, Deerfield Beach, Basel, S. 128 - 146.

- MAYR, E. (1984):  
Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. - Berlin, Heidelberg, New York, Tokio.
- MCNAUGHTON, S.J. (1977):  
Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of empiricism in ecology. - *Am. Nat.* 111: 515 - 525.
- (1979):  
Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. - *Am. Nat.* 113: 691 - 703.
- (1993):  
Biodiversity and function of grazing ecosystems. In: SCHULZE, E.-D. & MOONEY, H.A. (Hrsg.), S. 361 - 383.
- MOONEY, H.A. & DRAKE, J.A. (Hrsg.) (1986):  
Ecology of biological invasions of North America and Hawaii. - Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio ( Ecological Studies 58).
- MOULTON, P.M. & PIMM, S.L. (1983):  
The introduction of Hawaiian avifauna: biogeographic evidence for competition. - *Am. Nat.* 121: 669 - 690.
- (1986a):  
Species introduction to Hawaii. - In: MOONEY, H.A. & DRAKE, J.A. (Hrsg.), S. 231 - 249.
- (1986b):  
The extent of competition in shaping an introduced avifauna. In: DIAMOND, J.M. & CASE, T.J. (Hrsg.): *Community Ecology*. New York, S. 80 - 87.
- ODUM, E.P. (1969):  
The strategy of ecosystem development. - *Science* 164: 262-270.
- ORIAN, G.H. (1975):  
Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. - In: DOBBEN, W.H. VAN, & LOWE-MCCONNELL, R.H. (Hrsg.), S. 139 - 150.
- PIMM, S.L. (1982):  
Food webs. - London.
- (1984):  
Food chains and return times. In: STRONG, D.R., SIMBERLOFF, D., ABELE, L.G. & THISTLE, A.B. (Hrsg.) 1984: *Ecological Communities: Conceptual issues and the evidence*. Princeton, New Jersey, S. 397 - 412.
- (1993):  
Biodiversity and the balance of nature. In: SCHULZE, E.-D. & MOONEY, H.A. (Hrsg.), S. 347 - 359.
- RAVERA, O. (1984):  
Considerations on some ecological principles. In: COOLEY, J.H. & GOLLEY, F.B. (Hrsg.): *Trends in ecological research for the 1980s*. NATO Conference Series I: Ecology.
- REBELE, F. (1994):  
Stadtökologie und Besonderheiten städtischer Ökosysteme. - *Geobot. Kolloq.* 11, 33 - 48.
- SCHULZE, E.-D. & MOONEY, H.A. (Hrsg.) (1993):  
Biodiversity and ecosystem funktion. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio.
- SIMBERLOFF, D. & BOECKLEN, W. (1991):  
Patterns of extinction in the introduced Hawaiian avifauna: A reexamination of the role of competition. *Am. Nat.* 138 (2): 300 - 327.
- SOLBRIG, O.T. (1991):  
Biodiversity. Scientific issues and collaborative research proposals. - *MAB Digest* 9: 1-77.
- STENSETH, N.Chr. (1984):  
Why mathematical models in evolutionary ecology? - In: COOLEY, J.H. U. GOLLEY, F.B. (Hrsg.): *Trends in ecological research for the 1980s*. NATO Conference Series I: Ecology, S. 239 - 287.
- STÖCKER, G. (1979):  
Ökosystem - Begriff und Konzeption. - *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 3: 157 - 176.
- TILMAN, D. (1988):  
Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. - Princeton, New Jersey.
- TILMAN, D. & DOWNING, J.A. (1994):  
Biodiversity and stability in grasslands. - *Nature* 367: 363 - 365.
- TILMAN, D. & WEDIN, D.A. (1991):  
Dynamics of nitrogen competition between successional grasses. - *Ecology* 72 (3): 1038 - 1049.
- TILMAN, D. DOWNING, J.A. & WEDIN, D.A. (1994):  
Reply. - *Nature* 371: 114.
- TREPL, L. (1990):  
Forschungsdefizite: Naturschutzbegründungen. In: HENLE, K. & KAULE, G. (Hrsg.): *Arten- und Biotop-schutzforschung für Deutschland (Berichte aus der Ökologischen Forschung Band 4 KFA Jülich)*, S. 424 - 432.
- WHITTAKER, R.H. (1965):  
Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250 - 260.
- WOLDA, H. (1978):  
Fluctuations in abundance of tropical insects. - *Am. Nat.* 112: 1017 - 1045.
- WOODWARD, F.I. (1993):  
How many species are required for a functional ecosystem? - In: SCHULZE, E.-D. & MOONEY, H.A. (Hrsg.), S. 271 - 291.
- WOODWELL, G.M. & SMITH, H.H. (Hrsg.) (1969):  
Diversity and stability in ecological systems.- New York (Brookhaven Symposia in Biology 22).

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

Prof. Dr. Ludwig Trepl  
Lehrstuhl für Landschaftsökologie der  
Technischen Universität München  
D-85356 Freising-Weihenstephan



# Konzeption für eine ökologische Agrarlandschaftsforschung

Christian GANZERT

## 1 Vorwort

Die vorliegende Konzeption wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) erstellt. Sie bildet die Grundlage für den Förderschwerpunkt "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften", der ein Teil des neuen Umweltforschungsprogramms der Bundesregierung darstellt.

Ziel der Konzeption war es, auf der Basis von vorhandenen Kenntnissen und Erfahrungen in der Agrarlandschaftsforschung Kriterien zu formulieren, um mit Hilfe der Forschungsergebnisse die Einführung einer nachhaltigen Landwirtschaft auf regionaler Ebene möglichst effizient zu erreichen. Die Konzeption sollte einen Rahmen für umsetzungsorientierte Forschungsverbände auf regionaler Ebene vorgeben, die ökologische, ökonomische und soziale Fragestellungen integrieren.

Ich freue mich, die Konzeption in der "Festschrift Haber" publizieren zu können. Sie bildet einen überaus geeigneten Rahmen, ist Prof. Haber doch einer derjenigen selten gewordenen Wissenschaftler, die die Umweltprobleme immer mit einem ganzheitlichen Blickwinkel untersucht haben - ein Blickwinkel, der in den letzten Jahren wieder sehr an Bedeutung gewonnen hat.

Ein ganzheitlicher integrierender Ansatz für die Agrarlandschaftsgestaltung machte es erforderlich, das vielfältige Spezialwissen auf der strategischen Ebene zu bündeln und in seiner Bedeutung für die jeweiligen Ziele zu gewichten. Es wurden deshalb eine Vielzahl von Experten und Entscheidungsträgern in den Entstehungsprozeß der Konzeption eingebunden. Die Arbeit wurde neben Prof. Dr. W. Haber unterstützt von Prof. Dr. G. Altner, Prof. Dr. R. v. Alvensleben, Prof. Dr. P. Baccini, PD Dr. E. Barlösius, Dr. J. Blab, Dr. B. Brecklin, Dr. Bürger, Dr. Busch, Prof. Dr. H.R. Bork, Dr. J. Davis, Prof. Dr. P. Fritz, Prof. Dr. U. Hampike, Prof. Dr. A. Heißenhuber, Dr. Herzog, Prof. Dr. F. Isermeyer, Prof. Dr. N. Knauer, Prof. Dr. W. Konold, Prof. Dr. R. Krönert, Prof. H. Mühle, Dr. F. Müller, Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dr. E.W. Reiche, Prof. Dr. U. Trepl, Prof. Dr. E.U. von Weizsäcker, Prof. Dr. H. Wohlmeyer und Prof. Dr. J. Zeddies. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

## 2 Blickwinkel und Vorgehen

Die Entwicklung der Agrarlandschaften läßt sich aus ganz unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten, je nach Interessenslage und fachlichem Hintergrund. Spezialisten für bestimmte Tier- und Pflanzenarten werden beispielsweise andere Forschungsprioritäten erkennen als Städter, die sich in den Agrarlandschaften am Wochenende erholen oder als Vertreter der EU-Administration, die damit beschäftigt sind, die internationalen Rahmenbedingungen für den Agrarhandel zu harmonisieren.

Der Blickwinkel für die Erstellung vorliegender Konzeption ist in Abb. 1 verdeutlicht: Die Agrarlandschaft besteht danach aus einem Muster unterschiedlicher Landbedeckungsarten. Ihre Gestalt wird von der Natursphäre (d.h. Ausstattung an natürlichen Ressourcen und an biophysikalischen Prozessen) wie auch von der Anthroposphäre (d.h. Bodennutzung und Viehhaltung der landwirtschaftlichen Betriebe) bestimmt. Die Agrarlandschaftsgestaltung durch die Landwirtschaft wird aber nicht nur von technischen, sondern auch von ökonomischen und soziokulturellen Faktoren beeinflusst.

Indirekt ist die Gestalt der Agrarlandschaft auch von dem Verhalten anderer Akteure auf der Mikroentscheidungsebene abhängig, die Produkte und Leistungen aus der Agrarlandschaft nachfragen (z.B. Nahrungsmittel, sauberes Wasser, eine erholsame Umwelt, die Stoffassimilation, die Abpufferung von Hochwasserspitzen und die Luftreinigung), Flächen beanspruchen und/oder zur Immission von Stoffen beitragen.

Die Makroentscheidungssysteme führen zu Rahmenbedingungen für die Mikroentscheidungssysteme und gestalten die Agrarlandschaft daher auf indirekte Weise. Umgekehrt werden die Entscheidungen der Makroebene sowohl von dem Verhalten der Akteure auf Mikroebene wie auch durch Kenntnisse und Erfahrungen über Veränderungen der Natursphäre beeinflusst.

In der Untersuchung werden zunächst die Umweltprobleme der Agrarlandschaftsentwicklung dargestellt und die ökologischen Zielsetzungen für die Agrarlandschaftsgestaltung konkretisiert. Im Anschluß werden die Einflüsse und Fragestellungen der unterschiedlichen Akteure in Hinblick auf die Agrarlandschaftsgestaltung analysiert. Dadurch lassen sich die Forschungsfragen an jenen Entschei-

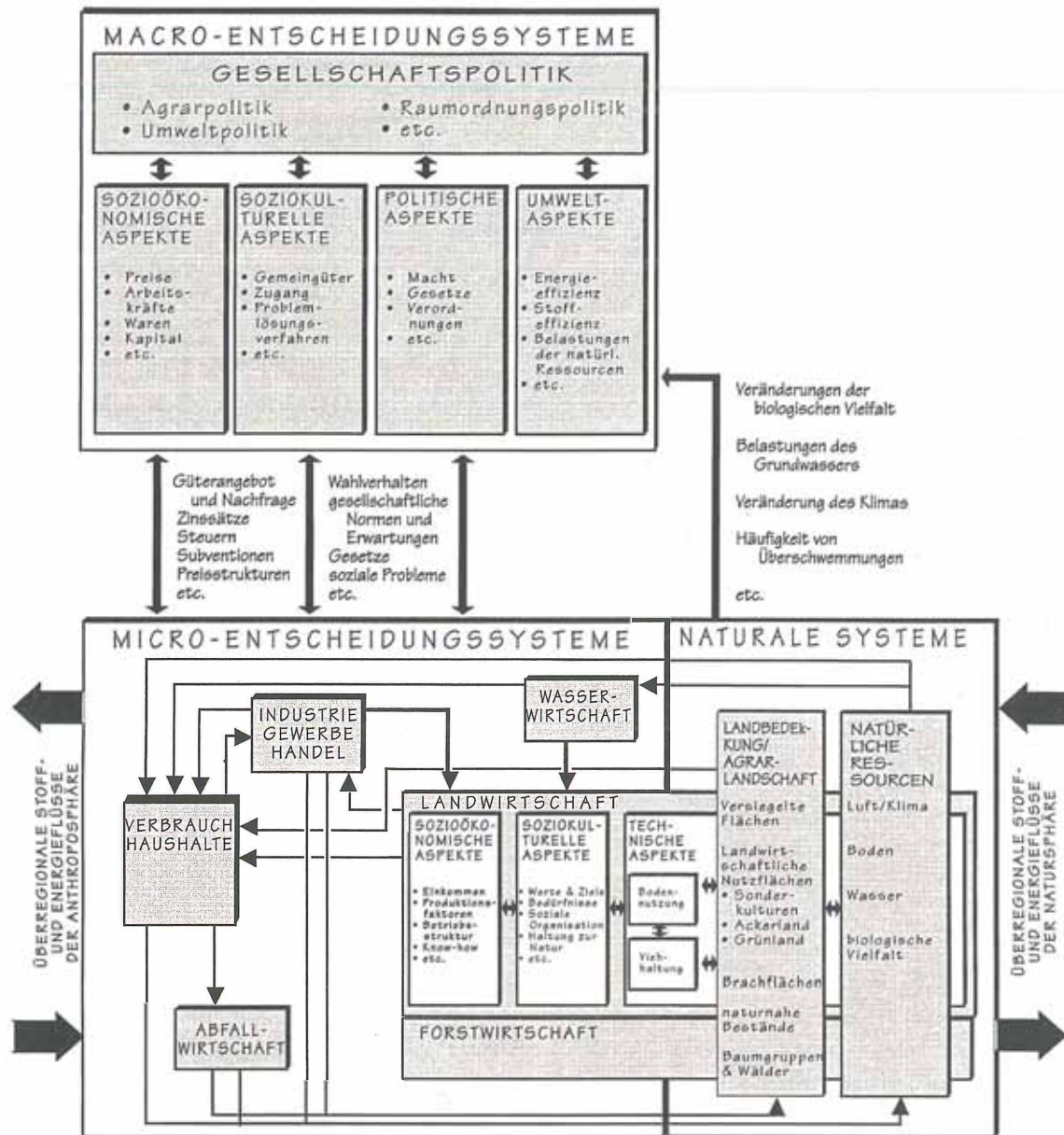


Abbildung 1  
Schematische Darstellung der Gestaltungskräfte der Agrarlandschaft

dungsträgern ausrichten, die die höchsten Handlungsspielräume für eine Umweltentlastung in Agrarlandschaften besitzen. Darüber hinaus werden die Erfahrungen bisheriger Forschungsschwerpunkte in Hinblick auf die vorliegende Zielsetzung ausgewertet und zum Abschluß Elemente einer neuen Konzeption zur ökologischen Agrarlandschaftsforschung vorgeschlagen.

### 3 Umweltprobleme in Agrarlandschaften und ihre Ursachen

#### 3.1 Umweltprobleme

##### Gefährdung der biologischen Vielfalt

Die Verminderung der biologischen Vielfalt umfaßt die Vielfalt an Lebensgemeinschaften, an Arten und, bei einem Großteil der Arten, an Individuen.

Nur wenige Arten können von den vorhandenen Veränderungen der Agrarlandschaften profitieren (KAULE 1986, GANZERT & PFADENHAUER 1988). Die biologische Vielfalt der Agrarlandschaften wird in der Regel flächendeckend vermindert. Der größte akute Handlungsbedarf besteht in den landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten, da diese Räume noch eine vergleichsweise hohe biologische Vielfalt aufweisen.

##### Vereinheitlichung der Kulturlandschaft

Mit dem Rückgang der landwirtschaftlichen Bevölkerung verschwinden nicht nur traditionelle Elemente bäuerlicher Kultur. Durch die verstärkte Ausnutzung der "economy of scale" werden auch die Bodennutzungsmuster vereinfacht. In der Nähe von Ballungsräumen entwickeln sich gleichzeitig neue Formen der Landnutzung durch "Freizeitbauern".

Die Folgen dieses Wandels ist eine Banalisierung der Kulturlandschaft (MESSERLI 1989) mit einem Verlust an natürlicher Vielfalt, Komplexität und landschaftlichen Eigenarten und Einbußen an ökologischer Stabilität (BÄTZING 1985, IPSEN 1988). Gleichzeitig stellt gerade das Verschwinden dieser Kultur für viele Erholungssuchende den Reiz der Agrarlandschaften dar (BURCKHARD 1994).

### **Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers**

Das Grundwasser in Agrarlandschaften, und damit eine wichtige Quelle für das Trinkwasser, wird besonders durch die Belastung mit Nitraten und Pflanzenschutzmitteln beeinträchtigt (TIMMERMANN 1991, SRU 1985), die durch Emissionen der landwirtschaftlichen Betriebe entstehen. Diese Belastungen treten regional sehr unterschiedlich auf: besonders hohe Stickstoffemissionen ergeben sich bei intensiven Viehhaltungsformen (BACH 1987, van der PLOEG et al. 1991) und beim Anbau von Sonderkulturen wie dem Gemüse- und Weinbau (HABER 1984, SRU 1985).

Die Gefährdung des Grundwassers durch Pflanzenschutzmittel ist abhängig von den Eigenschaften der Wirkstoffe und den Standortbedingungen. Generell werden 80 % der Pflanzenschutzmittel durch die Landwirtschaft ausgebracht (DFG 1990). Die Anwendungsschwerpunkte liegen im Getreide-, Obst-, Wein- und Hopfenanbau (SRU 1985).

Die Oberflächengewässer der Agrarlandschaften werden durch Phosphate belastet, die zu zwei Dritteln aus der Landwirtschaft stammen und größtenteils mit den Bodenteilchen in die Gewässer eingetragen werden. Darüber hinaus werden sie durch Nitrate beeinträchtigt, die zu 45 % aus der Landwirtschaft stammen und größtenteils mit dem Grundwasser eingetragen werden (WERNER et al. 1991). Neben diesen Belastungen der Gewässerqualität kommt es in Nordostdeutschland wegen der geringen Niederschläge auch zu Engpässen der Grundwasserneubildung, deren Höhe ebenfalls in hohem Ausmaß von der Landbewirtschaftung abhängig ist (WOHLRAB et al. 1992).

### **Belastungen der Böden**

Die Böden von landwirtschaftlich genutzten Flächen sind hauptsächlich durch eine Verdichtung des Bodengefüges, durch die Bodenerosion wie durch Schadstoffeinträge gefährdet (ROBERT-BOSCH-STIFTUNG 1994).

Die Verdichtung des Bodengefüges bedeutet einen Verlust an mittleren und groben Poren. Diese Poren sind für die Mikro- und Makroflora und die Bodenfauna lebenswichtig und für die Aufrechterhaltung der unterschiedlichen Bodenfunktionen insbesondere für die Durchlüftung und das Infiltrationsvermögen von hoher Bedeutung. Außerdem wird durch die Bodenverdichtung die Erosionsanfälligkeit der Böden erhöht. Betroffen sind vor allem Löß- und

Geschiebelehm Böden. Ursache ist der Einsatz schwerer Fahrzeuge und Geräte in der Landwirtschaft sowie eine geringe organische Düngung von intensiv bearbeiteten Feldern mit artenarmen Fruchtfolgen.

Die Bodenerosion stellt weltweit eines der größten Probleme des Landbaus dar. Auf den Ackerflächen Bayerns werden im Mittel 8 t Erde pro Hektar und Jahr abgetragen, wobei auch Abtragungswerte bis zu 100 t pro Hektar und Jahr vorkommen (ROBERT-BOSCH-STIFTUNG 1994). In Bayern werden gegenwärtig auf zwei Dritteln der Ackerflächen die Abtragungstoleranz überschritten (ROBERT-BOSCH-STIFTUNG 1994). Besonders betroffen sind große Äcker auf hängigem Gelände mit geringer Stabilität des Bodengefüges, auf denen Reihenfrüchte wie Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln angebaut werden und die durch eine Vegetationsdecke nur unzureichend geschützt sind.

Durch die Bodenerosion gehen Produktionspotentiale unwiederbringlich verloren. Daneben wird die Wasserspeicherfähigkeit der Böden vermindert. Da sich zwei Drittel des Bodens außerhalb der Ackerflächen ablagern, trägt die Bodenerosion entscheidend zur Belastung der Gewässer mit Phosphaten bei. Außerdem entstehen Kosten für die Beseitigung der Bodensedimente (DOLESCHL & HEISSENHUBER 1991).

Die Schadstoffeinträge in die Böden von Agrarlandschaften umfassen insbesondere Schwermetalle, Pflanzenschutzmittel und andere organische Verbindungen und Säuren (SAUERBECK 1990). Mit Ausnahme der Pflanzenschutzmittel entstehen diese Belastungen weitgehend außerhalb der Landwirtschaft und gelangen über die Atmosphäre, die Oberflächengewässer oder den Klärschlamm auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen. Gefährdet sind Böden in der Nähe von Städten und Industriegebieten, entlang der Hauptverkehrsadern, in den Flußauen und jene, die mit Klärschlamm gedüngt wurden. Mit besonders hohem Risiko behaftet ist die Bodenbelastung mit organischen Verbindungen, da die Kenntnisse über ihr langfristiges Verhalten im Boden und ihren Übergang in die Pflanze lückenhaft sind (SRU 1985, AMBROS 1992). Die mit einem Rückzug der Landbewirtschaftung oft verbundene Aufgabe eines pH-Managements durch die landwirtschaftliche Bodenkalkung kann die Gefahr einer Mobilisierung dieser Schadstoffe erhöhen.

### **Belastungen der Luft und des Klimas**

Die von den Agrarlandschaften ausgehenden Belastungen der Luft und des Klimas umfassen insbesondere die Emissionen von Ammoniak sowie von den klimawirksamen Spurengasen Distickstoffoxid, Methan und Kohlendioxid.

Mit der Emission von klimawirksamen Spurengasen trägt die Landwirtschaft etwa 15 % zum anthropogenen Treibhauseffekt bei (ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE"

1994). Die Ammoniak- und Stickstoffemissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe führen mit mittleren Nährstoffeinträgen von 30-40 kg N pro ha und Jahr (HÄBERLE & HERMANN 1984 nach ELLENBERG 1989) zur Überdüngung und Bodenversauerung von Waldökosystemen. Die noch tolerierbaren Stickstoffeinträge werden damit um etwa das zwei- bis vierfache überschritten (ISERMANN 1993).

Besonders hoch sind diese Emissionen in Gebieten mit konzentrierter Massentierhaltung und Gülleentmistungssystemen (ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHERE" 1994). In diesen Gebieten kann es zu Stickstoffdepositionsraten aus der Luft von mehr als 100 kg N pro ha und Jahr kommen (ELLENBERG 1989 nach ASMANN & DIEDEREN 1987).

### 3.2 Treibende Kräfte der Umweltprobleme

#### Treibende Kräfte für den Rückgang der biologischen und landschaftlichen Vielfalt

Die Ursachen für den Rückgang der biologischen Vielfalt und der Vereinheitlichung der Kulturlandschaft liegen heute in der großflächigen Eutrophierung, der Nivellierung von Standort- und Nutzungsunterschieden, der Spezialisierung und räumlichen Konzentration der Nutzungssysteme, der Ausräumung der Landschaft und dem Rückzug der Bewirtschaftung von benachteiligten Standorten (ELLENBERG 1989, RUTHSATZ 1989, KAULE 1986, GANZERT 1994a). Letztlich liegen die Ursachen in der Entwicklung und Anwendung arbeitssparender Produktionstechnologien, die durch das Verhältnis der Preisentwicklungen von Löhnen, Betriebsmitteln, landwirtschaftlichen Produkten und Industrieprodukten induziert werden.

Bei diesen Ursachen sind bis heute kaum Veränderungen erkennbar. Mit der Agrarreform zeichnet sich zwar einerseits ein weiterer Rückgang des Einsatzes an ertragssteigernden Betriebsmitteln ab (ZEDDIES et al. 1994). Allerdings werden durch die leichte Absenkung der Spitzenintensitäten die Spielräume für die biologische Vielfalt kaum erweitert. Nach wie vor bleibt für die weitere Entwicklung der Betriebe vorrangig die Ausnutzung der "economy of scale" mit der Folge, daß die Schläge weiter vergrößert und die Nutzungssysteme vereinfacht und vereinheitlicht werden. Die agrarstrukturellen Entwicklungen in den ostdeutschen Bundesländern geben dafür einige Anhaltspunkte.

Mit der Agrarreform hat sich das am Markt erzielbare Einkommen in der Landwirtschaft besonders in den benachteiligten Gebieten weiter vermindert. Die Zukunftsperspektiven für die Landwirtschaft und die Bewirtschaftung benachteiligter Standorte sind dadurch noch unsicherer geworden, insbesondere bei knapper werdenden öffentlichen Haushalten. Gerade in diesen Gebieten erscheint jedoch das

Aufrechterhalten einer Bewirtschaftung für die Erhaltung einer vielgestaltigen Landschaft und der biologischen Vielfalt besonders bedeutsam.

Auch bei den außerhalb der Landwirtschaft liegenden Ursachen für den Rückgang der biologischen Vielfalt wie die Stickstoffeinträge mit den Niederschlägen (durch die Verbrennung von fossilen Rohstoffen), die Zerstückelung von Lebensräumen durch den Straßenbau und die Flächenversiegelung ist noch keine deutliche Trendwende erkennbar (UMWELTBUNDESAMT 1993, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT 1993 und 1994).

#### Treibende Kräfte für die stofflichen Belastungen

Die Ursachen für die stofflichen Belastungen von Boden, Wasser und Luft in den Agrarlandschaften liegen vorrangig in den insgesamt zu hohen Zufuhren an Futter- und Düngemitteln (ISERMANN 1990) und in der Entwicklung der Viehhaltung zu einer Standortunabhängigkeit und zu einer räumlichen Konzentration, die zu geringen Effizienzen des Stoffmanagements führt.

Der Trend dieser treibenden Kräfte für die stofflichen Belastungen der Agrarlandschaft ist widersprüchlich: Auf der einen Seite ist der Einsatz von ertragssteigernden Betriebsmitteln (Pflanzenschutzmittel, Mineraldünger, ausländische Futtermittel) seit einigen Jahren leicht rückläufig (HEISSENHUBER 1994). Dieser Trend wird durch die Agrarreform zusätzlich unterstützt (ZEDDIES et al. 1994, WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT beim BML 1993), da sich mit der Preissenkung für landwirtschaftliche Produkte auch die Preisdifferenz zwischen Betriebsmitteln und landwirtschaftlichen Erzeugerpreisen vermindert. Andererseits ist zu vermuten, daß eine verstärkte Ausnutzung der "economy of scale" zu einer weiteren Spezialisierung und räumlichen Desintegration der landwirtschaftlichen Stoffkreisläufe führen wird.

#### 4 Landschaftsökologische Zielsetzung

Landschaften weisen verschiedene ökologische Funktionen auf, die von der Gesellschaft genutzt werden. Dazu gehören:

- die *Lebensraumfunktion*, welche die Fähigkeit der Landschaften kennzeichnet, eine Lebensgrundlage für eine Vielzahl von Pflanzen, Pilze, Tiere und Mikroorganismen zu bieten;
- die *Regelungsfunktion*, die beispielsweise die Speicherung, die Assimilation und den Umbau von Stoffen, den Ausgleich von Schwankungen des Wärme-, Wasser- und Stoffhaushalts und den Schutz der Trinkwasserressourcen umfaßt;
- die *direkten Nutzfunktionen* wie beispielsweise die Potentiale der Landschaft zur Erzeugung von Nahrungsmitteln (Produktionsfunktion) oder zur Nutzung als Baugrundlage (Trägerfunktion);

- die *Kulturfunktion*, welche die Landschaft als Ergebnis des menschlichen Umgangs mit der Natur darstellt.

Die Landschaften Mitteleuropas erfüllen diese Funktionen in unterschiedlichem Ausmaß: Natur- und Waldlandschaften (bzw. Bioökosysteme), die hauptsächlich durch Zufuhren an Sonnenenergie und an natürlichen biotischen und abiotischen Materialien erhalten und durch biophysikalische Information gesteuert werden, fördern in der Regel die ökologischen Landschaftsfunktionen. Urban-industrielle Landschaften (bzw. Technoökosysteme), die durch anthropogene Zufuhren an Materialien und fossiler und nuklearer Energie erhalten und durch kulturelle Informationen, d.h. durch die unterschiedlichen Bedürfnisse und Werte des Menschen, gesteuert werden (BACCINI & BRUNNER 1991), erfüllen diese Funktionen generell in geringem Ausmaß.

In Agrarlandschaften vollzog sich in den letzten Jahrzehnten ein tiefgreifender Wandel. Während über viele Jahrhunderte die Eigenschaften von Bioökosystemen für sie kennzeichnend waren, gab es in den letzten Jahrzehnten immer stärkere anthropogene Einflüsse. In manchen Produktionssystemen (Schweinemast, Unterglasanbau) dominieren heute sogar die Eigenschaften von Technoökosystemen. Die Folge war eine einseitige Verstärkung der direkten Nutzfunktionen auf Kosten der Lebensraum- und Regelungsfunktionen.

Die Technoökosysteme können aber aus sich heraus nicht existieren, sondern sind auf diese ökologischen Landschaftsfunktionen angewiesen. Weltweite Klimaänderungen, Bodendegradationen und der Rückgang der biologischen Vielfalt als potentielle Nahrungs- und Ressourcenbasis wirken sich in hohem Ausmaß -wenn auch oft indirekt - auf die urban-industriellen Landschaften aus. Ein wesentliches Ziel der landschaftsökologischen Forschung ist es, die Folgen und Risiken der Zerstörung von Regelungs- und Lebensraumqualitäten der Biosphäre zu beschreiben und gemeinsam mit anderen Wissenschaften Wege für die Stärkung dieser Qualitäten aufzuzeigen (NAVEH 1980 nach NAVEH & LIEBERMANN 1990).

Die Entwicklung von konkreten Zielen für die Gestaltung von Agrarlandschaften ist letztlich ein gesellschaftlicher Bewertungs- und Entscheidungsprozeß. Sie ist davon abhängig, welches Risiko die Gesellschaft zu tragen bereit ist. Entsprechende Kenntnisse in der Gesellschaft über die vorhandenen Risiken sind allerdings Voraussetzung. Eine Konkretisierung und Operationalisierung dieser allgemeinen Ziele erfordert daher einen Dialog von Wissenschaft (Darstellung der Risiken) und Gesellschaft (Bewertung der Risiken).

Inzwischen gibt es eine Reihe von Versuchen, die eine nachhaltige Landbewirtschaftung konkretisieren. Aus bodenkundlicher Sicht werden als Ziel

maximal duldbare Bodenabträge angegeben, daß die Ertragsfähigkeit der Böden in 100 Jahren maximal um 5 % sinken lassen (ROBERT BOSCH-STIFTUNG 1995). Danach müßte z.B. in Bayern der Bodenabtrag um durchschnittlich 40 % vermindert werden.

ISERMANN (1994) hat sich bei der Zielfindung an den "critical loads" für verschiedene Ökosysteme und Umweltmedien orientiert. Er gibt notwendige Verminderungen der Nitratbelastung des Trinkwassers und der Stickstoff- und Phosphorbelastung der Oberflächengewässer um bis zu 50 %, der Nährstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme um bis zu 75 % und der Emission klimarelevanter Spurengase wie auch des Artenrückgangs um bis zu 80 - 90 % an.

In der Studie "Zukunftsfähiges Deutschland" hat das Wuppertal Institut z.B. in Anlehnung an das von Opschoor (vgl. z.B. WETERINGS & OPSCHOOR 1992) entwickelte Konzept des Umweltraumes versucht, für verschiedene Stoffemissionen Reduktionsziele festzulegen (BUND/MISEREOR 1996). Danach wird generell bis zum Jahr 2010 eine Verminderung von landwirtschaftlich relevanten Stoffemissionen um 80 - 90 % angestrebt.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Zielsetzungen für die Agrarlandschaftsgestaltung von der vorhandenen Nutzung, den Standorteigenschaften und den vielfältigen Nutzungsansprüchen abhängig sind. Die Zielsetzungen können daher standortspezifisch variieren. Standorts- und betriebsspezifische Zielsetzungen aus agronomischer Sicht hat die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft publiziert (BREITSCHUH et al. 1995, ECKERT & BREITSCHUH 1994). Dabei werden für die verschiedensten Parameter anzustrebende Optima und kritische Umweltbelastungen angegeben.

## 5 Handlungsorientierter Forschungsbedarf über Agrarlandschaften

Für die verschiedenen Entscheidungsträger spielen die Agrarlandschaften, je nach Blickwinkel, eine sehr unterschiedliche Rolle. Von besonderer Bedeutung für die Agrarlandschaftsgestaltung sind auf der Makroebene die Agrar- und die Umweltpolitik und auf der Mikroebene die Landwirtschaft, die Wasserwirtschaft, der Naturschutz und indirekt auch die Verbraucher, der Fremdenverkehr und die Industrie. Die nachfolgenden Ausführungen sollen, von diesen verschiedenen Blickwinkeln ausgehend, Fragen für die Forschung in exemplarischer Weise aufzeigen.

### 5.1 Die Makroebene

Die *Europäische Agrarpolitik* hat den größten unmittelbaren Einfluß auf die Entwicklung der Agrarlandschaften. Drei wesentliche Entwicklungstrends sind derzeit zu beobachten:



Erstens wächst durch die internationalen Handelspartner (insbesondere die USA) wie auch durch die geplante Osterweiterung der EU der Druck, den Agrarhandel zu liberalisieren.

Zweitens erhöht sich der gesellschaftliche Druck in der Agrarpolitik, Umweltaspekte stärker zu berücksichtigen. Dazu gibt es inzwischen eine ganze Reihe von Vorschlägen (van der WEIJDEN & TIMMERMAN 1994). Bei der Umsetzung der Vorschläge sind allerdings wegen den unterschiedlichen Vorstellungen der Mitgliedsstaaten wenig Fortschritte zu verzeichnen.

Drittens werden im Rahmen der Strukturpolitik integrierte Ansätze für die Entwicklung agrarisch benachteiligter Gebiete ausgebaut (5b-Förderung, "LEADER"-Programme, etc.).

Durch diese Trends der Rahmenbedingungen erhöht sich die Bedeutung der Entscheidungsträger auf der Mikroebene für eine umweltgerechte Gestaltung der Agrarlandschaften in zweifacher Weise:

Auf der regionalen Ebene wächst der Handlungsdruck, da die Entwicklung der Rahmenbedingungen für eine Reihe von Akteuren mit Nachteilen verbunden ist (s.u.). Dies zeigen zum Beispiel die wachsenden Bemühungen auf regionaler Ebene, die Agrarlandschaft umweltschonend zu gestalten (GANZERT & DEPNER 1996). Gleichzeitig wird es bedeutsamer, die regionalen Handlungsspielräume auszunutzen, da viele Umweltprobleme der Landwirtschaft standortabhängig sind, und sich deshalb bei direkter Steuerung am besten auf regionaler Ebene lösen lassen (z.B. Agrarumweltprogramme).

Es erhöht sich die Verantwortlichkeit der Verbraucher, da sie durch ihre Kaufentscheidung im Gegensatz zu Regierungen bereits heute in der Lage sind, den Absatz von Produkten, deren Produktion und Distribution mit hohen Umweltbelastungen verbunden ist, zu vermindern und Nachfrageimpulse für umweltschonend erzeugte regionale Produkte zu geben. Auf diese Weise können die Verbraucher Einfluß auf die Art der Landwirtschaft nehmen.

In der *Umweltpolitik* stellt die weltweite Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche bei steigendem Bedarf an Lebensmitteln mittelfristig das größte Problem für die globale Entwicklung dar (REES & WACKERNAGEL 1994; WBGU 1994). Wesentliche agrarlandschaftsbezogene Handlungsfelder auf globaler Ebene sind nach der Agenda 21, die auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio im Jahr 1992 beschlossen wurde,

die Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft, die die biologische Produktivität erhöht und die Umweltbelastungen vermindert;  
die Erhaltung der biologischen Vielfalt;

das integrierte Management der Bodenressourcen;  
der Schutz der Erdatmosphäre durch Verminderung der klimawirksamen Spurengase;  
die Partizipation der betroffenen Bevölkerung und die Stärkung der Rolle der Bauern.

Auf der Europäischen Ebene wurde im 5. Umweltaktionsprogramm der Europäischen Union (KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 1992) ein starkes Gewicht auf die Umsetzung des Vorsorge- und Verursacherprinzips gesetzt. Man strebt an, die Umweltziele in andere Politikfelder, wie z.B. in die Agrarpolitik, zu integrieren. Für die Agrarlandschaftgestaltung sind neben der Bindung von Subventionen an ökologische Leistungen insbesondere Anreizinstrumente von hoher Bedeutung, da ordnungsstaatliche direkte Regelungen mit hohem administrativen Aufwand und oft mit Vollzugsdefiziten verbunden sind und für den Nutzer die Spielräume für eine Integration von ökonomischen und ökologischen Zielen vermindern. Die Umsetzung dieser Ziele auf europäischer und internationaler Ebene bereitet allerdings noch Schwierigkeiten.

Aus dem Blickwinkel der Makroebene ergeben sich für die regionale Agrarlandschaftsforschung folgende Fragestellungen:

- Wie läßt sich eine gesellschaftliche Diskussion über die Zukunft der Landwirtschaft entwickeln und wie läßt sich die Verantwortlichkeit der Verbraucher für die Agrarlandschaft stärken?
- Wie lassen sich die verschiedenen Ziele der Nutzer von Agrarlandschaften (Verbraucher, Landwirte, Wasserwirtschaft, Erholungssuchende) vereinbaren und gegenseitig optimieren?
- Wie könnten ökologische Mindeststandards für die landwirtschaftliche Praxis aussehen?
- Wie lassen sich die finanziellen Mittel der Europäischen Agrarpolitik möglichst effektiv für eine Umweltentlastung der Agrarlandschaft einsetzen?
- Mit welchen politischen Instrumenten, Managementverfahren und Technologien läßt sich die biologische Produktivität **und** die Lebensraum- und Regelungsfunktionen der Agrarlandschaften erhöhen?

## 5.2 Die Mikroebene

Auf der Mikroebene wird die Agrarlandschaft durch die Land(- und Forst)wirtschaft, die Wasserwirtschaft, den Fremdenverkehr, die dörfliche Bevölkerung und den Naturschutz, indirekt durch die Verbraucher und die Industrie genutzt.

Die Entwicklung der *Landwirtschaft* ist seit Jahren von mangelnden Zukunftsperspektiven gekennzeichnet. Auf der einen Seite führt die starke Abhängigkeit von der EU-Agrarpolitik dazu, daß die Landwirte immer wieder veränderten Rahmenbe-

dingungen ausgesetzt sind, die nicht vorhersehbar sind. Auf der anderen Seite werden die Spielräume für die staatlichen Subventionen, die fast 50 % der landwirtschaftlichen Einkommen ausmachen, immer enger, die durchschnittlichen Einkommen sinken und außerlandwirtschaftliche Arbeitsplätze fehlen. Die entstehenden sozialen Probleme können die Handlungsspielräume für die Einführung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung verengen.

Unter der Annahme sinkender staatlicher Zuwendungen an die Landwirtschaft sind für die Landwirtschaft holzschnittartig zwei Perspektiven erkennbar: Auf den besseren und "weltmarktnahen" Standorten sehen ein Großteil der Landwirte eine verlässliche Zukunftsperspektive eher in einer Weltmarktorientierung der Produktion. In den standörtlich benachteiligten Gebieten erkennen dagegen viele Landwirte Zukunftschancen durch eine Erhöhung der Wertschöpfung für ihre Produkte (z.B. durch ökologischen Landbau oder durch die eigene Verarbeitung und Vermarktung) und durch eine Diversifizierung der Einkommensmöglichkeiten (z.B. in der Landschaftspflege, der Abfallentsorgung oder im Fremdenverkehr).

Für die Umsetzung einer umweltschonenden Landwirtschaft ist die zweite Perspektive besonders attraktiv, da sich Umweltschonung und Sicherung der Einkommen ergänzen. Der Forschungsbedarf liegt insbesondere darin, Wege zu entwickeln, um den Verbraucher für eine Honorierung von ökologischen Leistungen einer umweltschonenden Landbewirtschaftung zu gewinnen.

Die *Verbraucher* als mittelbare Nutzer der vielfältigen ökologischen Leistungen der Landbewirtschaftung sind für die umweltschonende Gestaltung der Agrarlandschaft von besonderer Bedeutung, da bei ihnen die vielfältigen Folgen der Veränderung der Landbewirtschaftung zusammentreffen und sie letztlich die Kosten zu tragen haben. Sie treiben in marktorientierten Systemen die Geld-, Stoff- und Energieströme an (BACCINI & BRUNNER 1991).

Generell hat eine umweltschonende Landbewirtschaftung bei den Verbrauchern einen hohen Stellenwert. Befragungen haben ergeben, daß 80 % der Verbraucher im Durchschnitt einen 13-15 % höheren Preis für ihre Nahrungsmittel zahlen würden, wenn die Bauern umweltschonender wirtschaften (ALVENSLEBEN & SCHLEYERBACH 1994). Darüber hinaus wächst bei den Verbrauchern die Sorge um die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Nahrungsmittel. So ist z.B. mit der Diskussion um die Rinderseuche "Bovine Spongiforme Enzephalopathie (BSE)" der Rindfleischverbrauch 1994 in Deutschland um 15 % zurückgegangen (Agra-Europe 13/95).

Neben einer umweltschonenden Landwirtschaft mißt der Verbraucher dem regionalen Umfeld wieder eine höhere Bedeutung bei. So gaben beispielsweise 10-15 % der Verbraucher in einer Umfrage

an, daß sie Geflügel, Eier, Fleisch, Obst und Gemüse mehr bzw. häufiger kaufen würden, wenn ihnen der "Produzent der Ware persönlich bekannt" wäre (NIENHAUS 1994). Nach einer Umfrage in Nordrhein-Westfalen ist für fast 50 % der Verbraucher die Herkunft der Nahrungsmittel ein Qualitätskriterium und für 40 % von ihnen steht die Herkunftsinformation neben der Qualität auch für Sicherheit (HENSCHE et al. 1993).

Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Verbraucher auf der Einstellungsebene eine umweltschonende Landwirtschaft viel stärker unterstützen als durch ihre konkrete Nachfrage nach Ökoprodukten (NIENHAUS 1994). Ein Vermittlungsproblem entsteht dadurch, daß die Verbraucher die Landbewirtschaftung nur in einer sehr indirekten Weise wahrnehmen und beeinflussen können. Die Bedeutung einer umweltschonenden Landwirtschaft wird daher eher über die allgemeine Umweltbildung als über die eigene Betroffenheit vermittelt (IPSEN 1994).

Der Forschungsbedarf für eine umsetzungsorientierte Agrarlandschaftsforschung liegt u.a. darin, nach Wegen zu suchen, um den vielfältigen Nutzen einer umweltschonenden Landbewirtschaftung für den Verbraucher zu verdeutlichen und um die Lücke zwischen der Einstellungsebene und der konkreten Nachfrage zu schließen.

Die *Wasserwirtschaft* war bisher sehr technisch ausgerichtet. Sie war es gewohnt, "zu pumpen und die Rechnung zu präsentieren" und Verunreinigungen mit technischen Methoden zu vermindern (BRESSERS & O'TOOLE 1992). Heute erkennt man allerdings zunehmend, daß technische Lösungsansätze alleine nur begrenzt erfolgreich sind. Es wachsen daher die Bemühungen, das Verhalten der Landwirte zu beeinflussen und Lösungen auf politischem Wege zu suchen. Der Forschungsbedarf besteht besonders in der Entwicklung von vorsorgenden Wassermanagementkonzepten.

Die *außerlandwirtschaftliche Bevölkerung* und viele *Fremdenverkehrsgemeinden* befürchten einen Verlust der Attraktivität der Kulturlandschaft und der Dörfer, wenn immer mehr Landwirte ihre Betriebe aufgeben. Gleichzeitig wächst der Stellenwert der Lebensqualität im ländlichen Raum als Basis für die wirtschaftliche Entwicklung. Der Forschungsbedarf liegt hier in der Entwicklung von Möglichkeiten, die Attraktivität der Agrarlandschaften dauerhaft abzusichern (z.B. Finanzierung über eine Naturtaxe).

Für den *Naturschutz* liegt heute die Hauptgefährdung der biologischen Vielfalt in dem Rückgang der Bewirtschaftung artenreicher Biotope (HAARMANN & PRETSCHER 1993). Häufig werden diese Biotope derzeit noch von traditionell wirtschaftenden Betrieben gepflegt, die eine Bewirtschaftung zum Generationswechsel meist aufgeben. Der Forschungsbedarf auf regionaler Ebene liegt daher u.a.

in der Entwicklung von Methoden und Verfahren, um eine dauerhafte Bewirtschaftung wertvoller Biotop abzusichern.

Die *Industrie* ist von der Agrarlandschaftsentwicklung sehr unterschiedlich betroffen. Die der Landwirtschaft vor- und nachgelagerten Industrie (Maschinen-, Chemie- und Lebensmittelindustrie) profitierte von der bisherigen Entwicklung der Landwirtschaft. So förderten beispielsweise die hohen Preisunterschiede zwischen Erzeuger- und Betriebsmittelpreise, die Abnahmegarantien und die Exporterstattungen den Absatz landwirtschaftlicher Vorleistungen. Gleiches gilt für den starken Anstieg des Fleischkonsums auf Kosten der kohlehydratreichen Nahrung, da dadurch die Vorleistungsindustrie ihre Produkte sowohl beim Pflanzenbau als auch bei der Tierhaltung verkaufen konnte. Die Nachfrage des verarbeitenden Gewerbes nach stabilen und hohen Ertragsleistungen und gleichbleibender Produktqualität, unterstützte ebenfalls einen hohen Pflanzenschutz- und Düngemittelsatz (HANF & VERRET 1994). Weitere Vorteile für die vor- und nachgelagerte Industrie sind mit der Gentechnologie zu erwarten.

Für die außerlandwirtschaftliche Industrie war die Agrarlandschaftsentwicklung bisher von sehr untergeordneter Bedeutung. Einen gewissen Einfluß hat die Attraktivität der Kulturlandschaft und die Lebensqualität in einer Region für die Ansiedlung von Unternehmen. Von indirektem Einfluß auf die Agrarlandschaften waren auch die Interessen der deutschen Exportindustrie an einem erfolgreichen Abschluß der Uruguay-Runde der GATT-Verhandlungen.

In Zukunft könnte sich das Interesse der Industrie an den Agrarlandschaften sehr schnell verstärken, wenn sich mit den Rahmenbedingungen auch der Druck auf ein nachhaltiges Wirtschaften und auf einen Ersatz von mineralischen durch biologische Rohstoffe erhöht. Dadurch würden die ökologischen Funktionen der Bioökosysteme (wie z.B. die Assimilationsfähigkeit, die solare Orientierung) wieder bedeutsamer werden und sich der Flächenbedarf erhöhen.

Der Forschungsbedarf für die vor- und nachgelagerte Industrie könnte dann eher in der Entwicklung von Dienstleistungen für eine umweltschonende Landwirtschaft (z.B. Beratung in biologischer Schädlingsbekämpfung), und in der Herstellung und Vermarktung von Qualitätsprodukten liegen.

## 6 Forschungen zur Agrarlandschaft

In dem vorliegenden Abschnitt wird zunächst ein Überblick über die wesentlichen Forschungsverbände, -einrichtungen und -koordinationsstellen zur Agrarlandschaft gegeben. In einem zweiten Schritt werden Hemmnisse in Hinblick auf die Um-

setzung einer umweltschonenden Landwirtschaft aufgezeigt.

### 6.1 Forschungsschwerpunkte

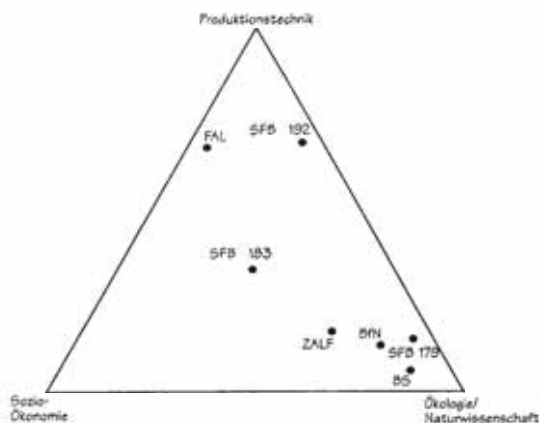
Ein Großteil der bestehenden Aktivitäten in der Agrarlandschaftsforschung befaßt sich mit der landwirtschaftlichen Produktion aus produktionstechnischen und ökonomischen Blickwinkeln. Umweltaspekte haben dabei eine eher untergeordnete, produktionsorientierte Bedeutung. Hauptträger der produktionsorientierten Forschungen sind die Bundes- und die Landesanstalten für Landwirtschaft und die landwirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten. In vorliegender Untersuchung wurden als Beispiele für solche Forschungen der von der DFG geförderte Sonderforschungsbereich 192 "Optimierung pflanzenbaulicher Produktionssysteme in Hinblick auf Leistung und ökologische Effekte" an der Universität Kiel sowie die Aktivitäten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig als Ressortforschungseinrichtung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten näher betrachtet.

Daneben gibt es betont naturwissenschaftlich-ökologisch ausgerichtete Forschungseinrichtungen und -verbände. Ein Schwerpunkt bildet dabei die Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen biotischen und abiotischen Ressourcen, wobei der Boden häufig eine zentrale Stellung einnimmt.

Zu diesen Forschungseinrichtungen und -verbänden zählen die Ökosystemforschung an der Universität Kiel im Bereich der "Bornhöveder Seenkette", der Sonderforschungsbereich 179 der DFG "Wasser- und Stoffdynamik in Agrarökosystemen" an der Universität Braunschweig, das Bundesamt für Naturschutz (BfN) in Bonn-Bad Godesberg und das Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg als Institut der "Blauen Liste"

Innerhalb dieser Gruppe befaßt sich das Bundesamt für Naturschutz hauptsächlich mit den biotischen Ressourcen, wobei neben einer stärker grundlagenorientierten Forschung zunehmend auch Fragen der Umsetzung des Naturschutzes vor Ort behandelt werden. Das Ökosystemforschungszentrum in Kiel hat seinen Schwerpunkt in der Grundlagenforschung, wobei die Modellierung von Ökosystemen im Vordergrund steht. Eine stärkere Umsetzungsorientierung der Forschung ist für die letzte Modellphase vorgesehen. Im ZALF werden neben sehr speziellen naturwissenschaftlichen Fragen auch umsetzungsorientierte sozioökonomische Aspekte von Landnutzungssystemen erforscht.

In drei Forschungsverbänden, dem "Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM)" dem Sonderforschungsbereich 183 der DFG "Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften" an der Universität Hohenheim und dem BMBF-DBU Verbundprojekt "Naturschutz in der offenen agrar ge-



BIN = Bundesamt für Naturschutz; BS = Ökosystemforschungszentrum Kiel; FAL = Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft; FAM = Forschungsverbund Agrarökosysteme München; SC = BMBF/DBU-Verbundprojekt Schorfheide-Chorin; SFB 179 = Sonderforschungsbereich 179 „Wasser- und Stoffdynamik in Agrarökosystemen“; SFB 183 = Sonderforschungsbereich 183 „Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften“; SFB 192 = Sonderforschungsbereich 192 „Optimierung pflanzenbaulicher Produktionssysteme in Hinblick auf Leistung und ökologische Effekte“; UBA = Umweltbundesamt; ZALF = Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg.

Abbildung 2

### Fachliche Schwerpunkte verschiedener Forschungseinrichtungen und -verbände im Bereich der Agrarlandschaftsforschung

nutzten Kulturlandschaft am Beispiel des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin werden sowohl ökologisch-naturwissenschaftliche, produktionstechnische wie auch sozioökonomische Fragen der Agrarlandschaftsentwicklung betrachtet. In Hohenheim werden die Untersuchungen in zwei unterschiedlichen Landschaftstypen (Kraichgau, Allgäu), im FAM in einem Versuchsgut mit zwei unterschiedlichen Produktionssystemvarianten (integrierter und ökologischer Landbau) durchgeführt. Das Verbundprojekt in der Schorfheide-Chorin geht mit der Umsetzung der Ergebnisse am weitesten.

Im Umweltbundesamt (UBA) in Berlin liegt der Forschungsschwerpunkt beim abiotischen Ressourcenschutz, wobei neben naturwissenschaftlichen auch technische und sozioökonomische Fragen eine hohe Bedeutung besitzen. Allerdings spielten die Agrarökosysteme im Vergleich zu den urban-industriellen Systemen bisher nur eine untergeordnete Bedeutung.

In Abb. 2 sind die betrachteten Forschungseinrichtungen und -verbundvorhaben zusammenfassend in Hinblick auf den Stellenwert der unterschiedlichen Fachrichtungen dargestellt.

Die Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen fachlichen Disziplinen ist dabei jedoch sehr unterschiedlich: Generell dominieren fachspezifische Einzelprojekte zu disziplinären Fragestellungen. Innerhalb der einzelnen Fachrichtungen (Ökologie, Produktionstechnik, Ökonomie, Sozialwissenschaften) kommt es dabei eher zu einer wechselseitigen Zusammenarbeit als zwischen den Fachrichtungen. Eine naturwissenschaftlich interdisziplinäre Zusammenarbeit ist zum Beispiel im Ökosystemforschungszentrum in Kiel besonders ausge-

prägt. Im "Forschungsverbund Agrarökosysteme München" in Scheyern, im Sonderforschungsbereich "Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften" in Hohenheim und in dem BMBF-DBU Projekt sind zwar unterschiedliche Fachrichtungen beteiligt, allerdings ist ihre Interaktion noch verbesserungsfähig. Einzelne interdisziplinäre Projekte sind im ZALF wie auch ganz vereinzelt in Hohenheim erkennbar (z.B. BORK et al. 1995; WERNER & DABBERT 1993). Die Ressortforschungseinrichtungen der Ministerien bearbeiten dagegen u.a. Fragestellungen, die von der Technologie-, Planungs- oder Entscheidungsebene formuliert werden. Dabei wird häufiger eine interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich.

## 6.2 Hemmnisse für die Umsetzung einer umweltschonenden Landwirtschaft

Die bisherigen Ansätze einer ökologischen Agrarlandschaftsforschung haben große Fortschritte in dem Wissen über den ökologischen Zustand von Agrarlandschaften gebracht. Dabei wurde das ökologische Grundlagenwissen für die Entscheidungsträger auch in vielfältiger Weise synoptisch aufbereitet. (ROBERT BOSCH-STIFTUNG 1994, SRU 1985 und 1994, ENQUETE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHÄRE" DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES 1994, GANZERT 1994b). Dennoch zeigt sich seit etwa 10 Jahren eine wachsende Kluft zwischen dem Wissen über Umweltprobleme und ihrer Lösung.

Die Ursachen für diese wachsende Diskrepanz des ökologischen Wissens und seiner Umsetzung sind vielfältig. Wichtige forschungspolitische Hemmnisse für die Umsetzung des ökologischen Wissens zeigen sich in folgenden Punkten:

### *Diskrepanz zwischen dem Grundlagenwissen und den Erfahrungen in der Praxis*

Das disziplinäre Grundlagenwissen ist darauf ausgerichtet, auf der Basis des vorhandenen Spezialwissens allgemeingültige wissenschaftliche Prinzipien zu erforschen. Die Entscheidungsträger, die die wissenschaftlichen Ergebnisse umsetzen sollen, benötigen für ihre alltäglichen Entscheidungsprozesse eine Abwägung und Integration der vielen sozialen, ökologischen, ökonomischen und technischen Einzelfragen. Ihr Wissen muß ganzheitlich, situationsbezogen, anpassungsfähig und zukunftsorientiert sein. Zwischen beiden Formen des Wissens fehlt oft die Verbindung.

### *Probleme in der interdisziplinären Zusammenarbeit*

Wie oben dargestellt ist besonders die Zusammenarbeit von ökologischen und sozioökonomischen Fachrichtungen bisher nur sehr unzureichend entwickelt. In vielen Forschungsansätzen ist folgende Aufgabentrennung anzutreffen: Die naturwissenschaftlich ausgerichteten ökologischen Wissenschaften versuchen Ziele oder Leitbilder zu formulieren, während die sozioökonomischen Fachrich-

tungen sich eher mit Umsetzungsfragen beschäftigen. Diese Arbeitsteilung erscheint für die Umsetzung einer umweltschonenden Landwirtschaft als wenig geeignet, da

- für die Entwicklung von Zielen neben dem ökologischen Wissen auch eine Bewertung erforderlich ist, die nur im gesellschaftlichen Diskurs entstehen und nicht von den Natur abgeleitet werden kann;
- sich häufig ökologische, soziale, institutionelle und ökonomische Probleme bzw. Prozesse wechselseitig bedingen und dann nur gemeinsam lös- bzw. veränderbar sind.

Gründe für die geringe interdisziplinäre Zusammenarbeit liegen u.a. in den wissenschaftlichen Qualifikationskriterien, die auf eine fachliche Spezialisierung ausgerichtet sind sowie in semantischen Problemen bei der Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Fachwissenschaftlern.

#### *Geringe Orientierung an den Handlungsspielräumen der gesellschaftlichen Akteure*

Viele Forschungsansätze beziehen soziale Aspekte (z.B. die Interessen und Handlungsspielräumen der relevanten Akteure) zu wenig mit ein (vgl. KAULE et al. 1994, WIEDEMANN & KARGER 1994). Die Folge ist, daß häufig Fragen erforscht werden, die von den Akteuren nicht in die Praxis umsetzbar sind. Beispielsweise kann eine landschaftsökologische Konzeption zur Stilllegung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Rheinland-Pfalz (BRAHMS et al. 1992), selbst wenn sie praxisorientiert ist, kaum umgesetzt werden, wenn die Kompetenz zur Ausgestaltung der Flächenstilllegungspolitik auf europäischer Ebene liegt. Auch erscheinen die Umsetzungschancen von ökologischen Forschungsansätzen, die ausschließlich am landwirtschaftlichen Betrieb ansetzen, gering, da die Landwirte im Vergleich zu anderen Entscheidungsträgern (z.B. die Verbraucher) vergleichsweise über geringe Handlungsspielräume verfügen.

#### *Diskrepanzen in der zeitlichen Betrachtung*

Bisherige ökologische Forschungen konzentrieren sich stark auf die Ist-Analyse der Agrarlandschaften. Entscheidungsträger benötigen dagegen eher zukunftsorientierte konzeptionelle Antworten, die die möglichen Auswirkungen von Entscheidungsprozessen erforschen. Forschungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft, die notwendigerweise eine längerfristige Perspektive aufzeigen, sind dagegen oft nicht umsetzbar, da Vorschläge für kurzfristige Umsetzungsschritte fehlen.

#### *Diskrepanzen in der räumlichen Betrachtung*

Hinsichtlich der räumlichen Betrachtung zeigen sich meist zwei Defizite für die Umsetzung des ökologischen Wissens:

- Zunächst besteht häufig eine Diskrepanz zwischen den Räumen für die ökologische Analyse (meist funktionell zusammenhängende Räume

wie z.B. Wassereinzugsgebiete) und den Handlungsräumen der Entscheidungsträger (entweder die Flächen eines landwirtschaftlichen Betriebs oder Verwaltungsgebiete).

- Darüber hinaus gibt es eine Diskrepanz zwischen den Handlungsräumen der für die Agrarlandschaftsgestaltung wesentlichen agrarpolitischen Entscheidungsträger auf europäischer Ebene und dem landschaftsökologisch verfügbaren Wissen auf dieser Handlungsebene. Ursache sind die Aggregationsprobleme landschaftsökologischer Daten, die dazu führen, daß die Aussagen immer mit großen Unsicherheiten behaftet sind (transwissenschaftlich; WEINBERG 1977 nach WIEDEMANN & KARGER 1994).

## 7 Elemente einer Forschungskonzeption

### 7.1 Allgemeine Ausrichtung

In dem Förderschwerpunkt "Ökologische Konzeptionen für Agrarlandschaften" sollen umsetzungsorientierte Lösungsansätze für die Einführung einer nachhaltigen Landwirtschaft entwickelt und praxisnahe Entscheidungshilfen für die relevanten Entscheidungsträger zur Verfügung gestellt werden.

Die größten Handlungsspielräume für eine umweltgerechte Gestaltung der Agrarlandschaften besitzen derzeit die internationalen Institutionen (EU-Kommission, WTO etc.), die regionalen politischen Institutionen (Bundesländer, Landkreise und Gemeinden) und die Verbraucher. Orientiert man sich an den Fragestellungen dieser Akteure, so bestehen die besten Möglichkeiten, eine Umweltentlastung der Agrarlandschaften zu erreichen. Die Landwirtschaft besitzt aufgrund ihrer ökonomischen Lage nur vergleichsweise geringe Handlungsspielräume, um von sich aus eine umweltschonende Landwirtschaft umzusetzen. Allerdings ist sie der Hauptträger der Landwirtschaft. Ihre Belange sind daher ebenso einzubeziehen wie die anderer Nutzer der Agrarlandschaften (z.B. Wasserwirtschaft, Naturschutz, Handel, Agroindustrie).

Für die Agrarlandschaftsforschung ergeben sich daraus zwei Ansatzpunkte, die sich gegenseitig ergänzen. Zunächst werden Forschungen benötigt, die handlungsorientierte Lösungsansätze für die regionalen Entscheidungsträger entwickeln und erproben und die Ergebnisse für die überregionale bzw. globale Ebene aufbereiten ("bottom up"-Ansatz). Da sich die Haupttriebkraft für die Agrarlandschaftsgestaltung auf überregionaler Ebene befinden, ist es dabei aber wesentlich, die überregionalen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Daneben sind Forschungsansätze erforderlich, welche Lösungsansätze für die überregionale bzw. globale Ebene entwerfen. Dabei sind die Auswirkungen auf die regionale Ebene zu berücksichtigen ("top down"-Ansatz). Diese globalen Lösungsansätze müssen auf den Erfahrungen auf regionaler

Ebene aufbauen, da sich die Umweltprobleme aufgrund der Standortbindung der Landbewirtschaftung immer über die regionale Ebene vermitteln. Die Aufgabe der vorliegenden Konzeption ist es, "bottom-up"-Ansätze zu entwickeln.

## 7.2 Forschungsschwerpunkte

Als prioritäre Forschungsaufgaben einer regional ausgerichteten Agrarlandschaftsforschung werden folgende zwei Arbeitsschwerpunkte vorgeschlagen:

- Wege zu einer multifunktionalen, umweltschonenden Agrarlandschaftsgestaltung;
- Perspektiven für die Agrarlandschaften im Rahmen einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung der Industriegesellschaft.

### *Wege zu einer multifunktionalen, umweltschonenden Agrarlandschaftsgestaltung*

In dem Forschungsschwerpunkt wird davon ausgegangen, daß das ökologische Grundlagenwissen zu großen Teilen ausreicht, um eine umweltschonende Landbewirtschaftung vor Ort zu definieren, während Kenntnisse über die geeignete Organisation eines Umsetzungsprozesses zu ihrer Etablierung fehlen. Ziel des Forschungsschwerpunktes ist es, die ökonomischen und sozialen Veränderungsmöglichkeiten der Landbewirtschaftung in einer Weise zu analysieren, daß die ökologischen Funktionen der Agrarlandschaften gesichert werden können. Es sollen die Hauptthemen für die Umsetzung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung identifiziert, Wege für ihre Beseitigung entwickelt und die Erprobung dieser Wege wissenschaftlich begleitet werden.

In verschiedenen Modellregionen sollen insbesondere

- der (ökonomische) Nutzen einer umweltschonenden Gestaltung für die verschiedenen Akteure analysiert und dargestellt werden;
- Methoden entwickelt und erprobt werden, um die ökonomisch-ökologische Wirksamkeit von verschiedenen Maßnahmen zur Agrarlandschaftsgestaltung prospektiv abzuschätzen und den Erfolg der Maßnahmen kontrollieren zu können;
- die Bedeutung, die Interessen und die Handlungsspielräume und -zwänge der relevanten Akteursgruppen (Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Fremdenverkehr, Verbraucher etc.) hinsichtlich der Umsetzung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung analysiert werden;
- Methoden entwickelt und erprobt werden, die geeignet sind, die akteursspezifischen Zielvorstellungen für die Agrarlandschaftsgestaltung aufeinander abzustimmen;
- institutionelle Hemmnisse und Möglichkeiten für eine integrierte sektorübergreifende Agrarlandschaftsgestaltung analysiert werden;
- der Umsetzungsprozeß wissenschaftlich begleitet werden.

Der Forschungsschwerpunkt greift insbesondere Empfehlungen der Agenda 21 auf, einen integrierten Ansatz für die Planung und Bewirtschaftung der Bodenressourcen zu verfolgen und dabei die betroffenen Bevölkerungsgruppen zu beteiligen.

### *Perspektiven für die Agrarlandschaften im Rahmen einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung der Industriegesellschaft*

In dem Forschungsschwerpunkt wird davon ausgegangen, daß für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung der Industriegesellschaften die urbanen Systeme mit ihren Ver- und Entsorgungsbedürfnissen wieder stärker an die flächenbezogenen Leistungen der Bioökosysteme angebunden werden müssen. Ziel des Forschungsschwerpunktes ist es, mögliche Konsequenzen einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung der Industriegesellschaft für die zukünftige Gestaltung und Bewirtschaftung der Kulturlandschaften aufzuzeigen.

Im Einzelnen sollen in dem Forschungsschwerpunkt unter anderem

- der personenbezogene Bedarf an ökologischen Leistungen der Kulturlandschaften analysiert werden, der durch den Verbrauch von Nahrungsmitteln, Trinkwasser und Energie, durch die Erholungsbedürfnisse der Menschen sowie durch die Erzeugung von versiegelten Flächen, Emissionen und organischen Abfällen entsteht;
- die verschiedenen Typen von biologisch produktiven Flächen hinsichtlich ihrer ökologischen Leistungsfähigkeit (Raten der Assimilation, der Wasserneubildung und der Nahrungsmittelproduktion, Qualitäten als Lebens- und Erholungsraum etc.) bewertet werden;
- für unterschiedliche Typen von Kulturlandschaften (z.B. periphere Stadtrandsiedlungen mit Kleingärten, stadtnahe Gemeinden, Dörfer in peripheren ländlichen Räumen, zersiedelte Landschaften) Nachhaltigkeitsdefizite hinsichtlich der ökologischen Leistungen aufgezeigt und Potentiale für ihre Verminderung abgeschätzt werden;
- Wege für eine Verminderung der wachsenden Kluft zwischen dem flächenbezogenen Bedarf der Bevölkerung an Ver- und Entsorgungsleistungen und der Leistungsfähigkeit der Kulturlandschaften skizziert werden.

## 7.3 Kriterien für die Auswahl von regionalen Verbundvorhaben

Aus den Erfahrungen mit bisherigen Forschungsverbänden zur Agrarlandschaft lassen sich folgende Kriterien für eine umsetzungsorientierte Agrarlandschaftsforschung auf regionaler Ebene ableiten:

### *Einbeziehung der Entscheidungsträger*

Die Entscheidungsträger und Akteure auf regionaler Ebene sind letztlich diejenigen, welche die Forschungsergebnisse nutzen und umsetzen sollen. Aus diesem Grund sind die relevanten Entscheidungsträger und Akteure in den Forschungsprozeß

in einer Weise miteinzubeziehen, daß ein iterativer Lernprozeß zwischen Wissenschaftlern und Praktikern entsteht. Für die Wissenschaft bedeutet dies einerseits, die vorhandenen Erfahrungen aus der Praxis genauer zu analysieren und auszuwerten und andererseits, das vorhandene Grundlagenwissen synoptisch und zielorientiert aufzubereiten und auf einer strategischen Ebene zu integrieren.

#### *Zusammenarbeit ökologischer, ökonomischer und gesellschaftswissenschaftlicher Fachrichtungen*

Die Geld-, Stoff- und Energieströme und -muster sind voneinander wie auch von den Werten und Bedürfnissen der Entscheidungsträger abhängig. In der Praxis sind die Entscheidungsträger ständig gezwungen, eine Abstimmung zwischen den sozialen und ökologischen Zielen und den (ökonomischen) Kosten zur Erreichung der Ziele vorzunehmen. Aus diesem Grund ist es für eine Umsetzung der Ergebnisse wesentlich, daß die essentiellen Blickwinkel von Natur-, Kultur- und Wirtschaftswissenschaften aufeinander abgestimmt und den Fragestellungen der regionalen Akteure angepaßt werden. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit wird am ehesten gewährleistet, wenn bei der Forschungskonzeption sehr konkrete integrative Forschungsfragen formuliert werden.

#### *Abstimmung von kurz- und langfristigen Perspektiven*

Um Antworten auf die konzeptionellen Fragestellungen der Entscheidungsträger geben zu können, ist es erforderlich, daß sich die Agrarlandschaftsforschung hauptsächlich mit Zukunftsperspektiven der Agrarlandschaftsgestaltung beschäftigt. Dabei sind kurzfristige Maßnahmen, die von den Entscheidungsträgern benötigt werden, mit den längerfristigen Perspektiven, die für eine nachhaltige Landbewirtschaftung notwendig sind, abzustimmen.

#### *Entwicklung eines in sich konsistenten Forschungsdesigns*

Um die vorhandenen Forschungsmittel möglichst zielführend einzusetzen, ist es wesentlich, daß ein in sich konsistentes Forschungsdesign entwickelt wird. Es setzt Prioritäten und beschreibt, wie die zeitliche, räumliche und inhaltliche Dimension der Einzelfragen aufeinander abgestimmt werden. Die Erfahrungen zeigen, daß ein in sich konsistentes Forschungsdesign Voraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit der Einzelwissenschaftler ist. Aus diesem Grund soll in einer ersten Phase ein größeres Gewicht auf die Konzeption der Forschungsverbände gelegt werden (Definitionsphase). In den anschließenden Phasen ist der Koordination der Forschungsfragen und der einzelnen Fachwissenschaftler wie auch der kritischen Selbstreflexion der Kooperation ein hoher Stellenwert einzuräumen (ISERMEYER & SCHEELE 1995).

#### *Berücksichtigung der überregionalen Ebene*

Für einen "bottom up"-Ansatz ist es wichtig, daß Wechselbeziehungen zwischen Mikro- und Ma-

kroebene in folgenden Punkten berücksichtigt werden:

Die Haupttriebkkräfte der Agrarlandschaftsgestaltung befinden sich auf der Makroebene. Daher sind mögliche Entwicklungen der Rahmenbedingungen in den regionalen Konzepten einzubeziehen.

Damit die überregionalen Lösungsansätze auf den regionalen Konzepten für die umweltgerechte Gestaltung der Agrarlandschaft aufbauen können, ist es wichtig, daß die regionalen Ergebnisse und Erfahrungen in einen überregionalen Kontext gestellt und hinsichtlich der Übertragbarkeit bewertet werden.

## **Literatur**

AMBROS, W. (1992):

Klärschlammverordnung. - AID-Informationen, Nr. 23, Bonn.

ALVENSLEBEN, R. von & SCHLEYERBACH, K. (1994):

Präferenzen und Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für Naturschutz- und Landschaftspflegeleistungen der Landwirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft, 72, 524-532.

BACCINI, P. & BRUNNER, P. H. (1991):

Metabolism of the Anthroposphere. - Springer, Berlin, Heidelberg, 157 S.

BACH, M. (1987):

Die potentielle Nitratbelastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. - Göttinger bodenkundliche Berichte, 93, 1-186.

BÄTZING, W. (1985):

Die Alpen - Naturbearbeitung und Umweltzerstörung. - 2. Aufl., Sandler, Frankfurt, 180 S.

BORK, H.R., DALCHOW, C., KÄCHELE, H., PIORR, H.-P. & WENKEL, K.O. (1995):

Agrarlandschaftswandel in Nordost-Deutschland unter veränderten Rahmenbedingungen: Ökologische und ökonomische Konsequenzen. - Ernst und Sohn, Berlin.

BRAHMS, E., JANSSEN, U., MÜLLER, C. & PUMMER, S. (1992):

Umsetzungsorientierte Konzeption zur Stilllegung oder Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzflächen aus landschaftsökologischer Sicht. - Berichte aus der ökologischen Forschung, Bd. 11.

BREITSCHUH, G., ECKERT, H. & ROTH, D. (1995):

Vorstellungen zur Optimierung von Förderstrategien. Agrarspektrum, 24, 171-185.

BRESSERS, H. & O'TOOLE, L. (eds.) (1992):

International comparative policy research: Preparing a four country study on water quality management. - Enschede.

BUND/MISEREOR (Hrsg.) (1996):

Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. - Birkhäuser, Basel.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (1993):  
Umweltpolitik. Klimaschutz in Deutschland. Nationalbericht der Bundesregierung für die Bundesrepublik Deutschland im Vorgriff auf Art. 12 des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. - Eine Information des Bundesumweltministeriums, Bonn.
- (1994):  
Klimapolitik in Deutschland. Erster Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. - Eine Information des Bundesumweltministeriums, Bonn.
- BURCKHARDT, L. (1994):  
Landschaft ist transitorisch. - *Topos*, 6, 38-44.
- DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (1990):  
Pflanzenschutzmittel im Trinkwasser. Mitteilung XVI der Kommission für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel, Weinheim.
- DOLESCHEL, P. & HEISSENHUBER, A. (1991):  
Externe Kosten der Bodenerosion. - *Bayer. Landw. Jahrbuch*, 68, 187-209.
- ECKERT, H. & BREITSCHUH, G. (1994):  
Kritische Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL) eine Methode zur Analyse und Bewertung der ökologischen Situation von Landwirtschaftsbetrieben. *Arch. Acker-Pfl. Boden*, 38, 149-163.
- ELLENBERG, H. (1989):  
Eutrophierung das gravierendste Problem im Naturschutz? Zur Einführung. - *NNA-Berichte*, 2, (1), 4-13.
- ENQUÊTE-KOMMISSION "SCHUTZ DER ERDATMOSPHÄRE" DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES (Hrsg.) (1994):  
Schutz der Grünen Erde. Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. - *Economica-Verlag*, Bonn, 702 S.
- EUROPEAN COMMISSION (1994):  
Science, Research, Development. Agriculture and Fisheries 1994-1998. Information Package. Edition 1994. Brussels.
- GANZERT, C. (1994a):  
Die agrarstrukturellen Grundlagen der Kulturlandschaft und ihre Bedeutung für den Naturschutz. - *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, 7/1, 90-104.
- (1994b):  
Umweltgerechte Landwirtschaft. Nachhaltige Wege für Europa. - *Economica Bonn*, 110 S.
- GANZERT, C. & PFADENHAUER, J. (1988):  
Die Vegetation und Nutzung des Grünlandes am Dümmer. - *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*, 16, 64 S.
- GANZERT, C. & DEPPNER, G. (1996):  
Regionale Initiativen für eine nachhaltige Landwirtschaft in Baden-Württemberg in: LINCKH, G., SPRICH, H., FLAIG, H. & MOHR, H. (Hrsg.): *Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft*. - Springer, 297-328.
- HAARMANN, K. & PRETSCHER, P. (1993):  
Zustand und Zukunft der Naturschutzgebiete in Deutschland. - *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, 39, 266 S.
- HABER, W. (1984):  
Ökologische Probleme intensiver und spezialisierter Anbausysteme. - *Agrarspektrum*, 7, 150-167.
- HANF, C.-H. & VERRET, J.A. (1994):  
Consequences of a Total Ban on Fungicide Application on Agriculture and Agribusiness. - in: Hanf, C.-H. and J. Michalek: *Economic Consequences of a Drastic Reduction in Pesticide Use in the EU*. Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel.
- HEISSENHUBER, A., KATZEK, J. & MEUSEL, F. (1994):  
Landwirtschaft und Umwelt. - in: K. Buchwald und W. Engelhardt (Hrsg.): *Umweltschutz - Grundlagen und Praxis*, Bd. 9, 190 S.
- HENSCHKE, H.-U., HAUSER, A., REINIGER, M. & WILTRAUT, C. (1993):  
Nutzung von Verbraucherpräferenzen für Nahrungsmittel aus Nordrhein-Westfalen (Nachbarschaftsprodukte). Abschlussbericht des F&E-Vorhabens für das MURL.
- IPSEN, D. (1988):  
Vom allgemeinen zum besonderen Ort - Zur Soziologie räumlicher Ästhetik. - *Schriftenreihe Forschungsgesellschaft Agrarpolitik und Agrarsoziologie*, 281, 13-33.
- (1994):  
Wie läßt sich ein gesellschaftlicher "Wasserdiskurs" in Gang bringen? - *Jahrbuch Ökologie 1995*, 121-129.
- ISERMANN, K. (1990):  
Die Stickstoff- und Phosphor-Einträge in die Oberflächengewässer der Bundesrepublik Deutschland durch verschiedene Wirtschaftsbereiche unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoff- und Phosphor-Bilanz der Landwirtschaft und der Humanernährung. - *Schriftenreihe der Akademie für Tiergesundheit e.V. (Bonn)*, 1, 358-413.
- (1993):  
Naturschutz Landwirtschaft Düngung unter dem Aspekt der Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer. - *Industrieverband Agrar e.V., Bundesarbeitskreis Düngung*, 68-101.
- (1994):  
Lösungsansätze und Lösungsaussichten für eine hinsichtlich des Nährstoffhaushalts nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland bis zum Jahr 2005. Gutachten für die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- ISERMEYER, F. & SCHEELE, M. (1995):  
Entwicklung ländlicher Regionen im Kontext agrarstrukturellen Wandels. - *Interdisziplinäre Studien zur Entwicklung in ländlichen Räumen*, Bd. 2, Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel.
- KAULE, G. (1986): *Arten- und Biotopschutz*. - Ulmer, Stuttgart, 461 S.



- KAULE, G., ENDRUWEIT, G. & WEINSCHENCK, G. (1994):  
Landschaftsplanung umsetzungsorientiert. - Angewandte Landschaftsökologie H.2, 148 S.
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992):  
Für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung. - KOM (92), Endg., Vol. II vom 27. März 1992.
- MESSERLI, P. (1989):  
Mensch und Natur im alpinen Lebensraum: Risiken, Chancen und Perspektiven. - Haupt, Bern/Stuttgart.
- NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A.S. (1990):  
Landscape Ecology. Theory and Application. - Springer, New York, 356 S.
- NIENHAUS, A. (1994):  
Bedeutung der Ökologie für den Konsumenten und das Agrarmarketing. Agra-Europe, 27/1995, Dokumentation
- PLOEG, R. R. VAN DER, BACH, M. & EFFKEN, E. (1991):  
Probleme einer umweltverträglichen Nährstoffversorgung am Beispiel der Stickstoffdüngung - Das Nitratproblem und die SchALVO. - Landwirtschaftliche Hochschultagung Hohenheim, 18. April 1991, 1-22.
- REES, W. & WACKERNAGEL, M. (1994):  
Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy. - in: A.-M. Jansson, M. Hammer, C. Folke and R. Constanza (eds.): Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability. - Washington: Island Press.
- ROBERT BOSCH STIFTUNG (1994):  
Für eine umweltfreundliche Bodennutzung in der Landwirtschaft. - Denkschrift des Schwäbisch Haller Agrarkolloquiums zur Bodennutzung, den Bodenfunktionen und der Bodenfruchtbarkeit. - Bleicher Verlag, Gerlingen, 104 S.
- RUTHSATZ, B. (1989):  
Anthropogen verursachte Eutrophierung bedroht die schutzwürdigen Lebensgemeinschaften und ihre Biotope in der Agrarlandschaft unserer Mittelgebirge. - NNA - Berichte, 2 (1), 30-35.
- SAUERBECK, D. (1990):  
Anreicherung von Fremd- und Schadstoffen in landwirtschaftlich genutzten Böden. - Produktionsfaktor Umwelt: Boden. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 71-97.
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1985):  
Umweltprobleme der Landwirtschaft. - Kohlhammer.
- (1994):  
Umweltgutachten 1994. - Metzler-Poeschel, Stuttgart.
- TIMMERMANN, F. (1991):  
Festlegung effizienter und kontrollierbarer Wasserschutzauflagen. - In: Heißenhuber, A. & H. Ring (Hrsg.): Grundwasserschutz und Landwirtschaft. Ulmer, Stuttgart, 61-83.
- UMWELTBUNDESAMT (1992):  
Daten zur Umwelt 1990/91. - Erich Schmidt-Verlag, Berlin.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung "Globale Umweltveränderungen") (1994):  
Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. - Jahresgutachten 1994.
- WEIJDEN, W.J. VAN DER & TIMMERMAN, E.A. (1994):  
Integrating the Environment with the EU Common Agricultural Policy. - Centre for Agriculture and Environment, Utrecht, 74 S.
- WERNER, A. & DABBERT, S. (1993):  
Bewertung von Standortpotentialen im ländlichen Raum des Landes Brandenburg. - ZALF-Berichte, 4.
- WERNER, W., OLFS, H.W., AUERSWALD, K. & ISERMANN, K. (1991):  
Stickstoff- und Phosphoreintrag in Oberflächengewässer über "diffuse Quellen" - Hamm, A. (Hrsg.): Studie über die Wirkungen und Qualitätsziele von Nährstoffen in Fließgewässern. - Academia Verlag, St. Augustin, 1-836.
- WETERINGS, R. & OPSCHOOR, J.B. (1992):  
The Ecocapacity as a Challenge to Technical Development. - Advisory Council for Research on Nature and Environment (RMNO), Nr. 74a, Rijswijk.
- WIEDEMANN, P. M. & KARGER, C.R. (1994):  
Umwelt und Sozialwissenschaften. Berichte aus der Ökologischen Forschung, Bd. 12.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BML (Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), (1993):  
Reduzierung der Stickstoffemission in der Landwirtschaft. - Gutachten, Bonn.
- WOHLRAB, B., ERNSTBERGER, H., MEUSER, A. & SOKOLLEK, V. (1992):  
Landschaftswasserhaushalt. Parey, Hamburg/Berlin, 352S.
- ZEDDIES, J., FUCHS, C., GAMER, W., SCHÜLE, H. & ZIMMERMANN, B. (1994):  
Verteilungswirkungen der künftigen EU-Agrarpolitik nach der Agrarreform unter besonderer Berücksichtigung der direkten Einkommenstransfers - dargestellt auf der Grundlage von Buchführungsergebnissen und Betriebsbefragungen. - Landwirtschaftliche Rentenbank, Schriftenreihe Bd. 8, 97-143.

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

Dr. Christian Ganzert  
Teutoburger Str. 17  
D-50678 Köln

# Muß eine sekundär-progressive Sukzession immer nach bekannten Modellvorstellungen ablaufen? - Gegenbeispiele aus den Bracheversuchen Baden-Württembergs

Karl-Friedrich SCHREIBER

## 1 Einleitung

Es hat sich inzwischen eingebürgert, auch bei langfristig angelegten Untersuchungen, wie sie beim Studium von Sukzessionsentwicklungen auf denselben Flächen nun einmal sein müssen, hypothesengeleitete Modellvorstellungen an die Interpretation von Zwischenergebnissen anzulegen. Dabei wird häufig außer acht gelassen, daß viele "klassische" Modellvorstellungen eher aus Beobachtungen stammen, die aus einem räumlich nebeneinanderliegenden Muster unterschiedlich alter Entwicklungsstadien ein zeitliches Nacheinander konstruiert haben, als daß ihnen tatsächlich lange Beobachtungszeiträume auf denselben Standorten zugrunde liegen. Dieser Mangel hat in der Bundesrepublik unter dem Einfluß von Heinz ELLENBERG Anfang der 70er Jahre (vgl. SCHMIDT 1975) zur Anlage verschiedener Dauerbeobachtungsflächen geführt, in denen seit dieser Zeit die sekundär-progressive Sukzessionsentwicklung beobachtet wird.

## 2 Material und Methoden

Gegenstand dieser Studie sind Grünland-Bracheflächen, die in den verschiedenen, damals sehr zur Verbrachung neigenden Gebieten Baden-Württembergs liegen. Sie weisen damit auch sehr unterschiedliche, aber jeweils repräsentative Standortverhältnisse auf. Seit Anfang der 70er Jahre vorbereitet, hat 1975 das 15 Flächen umfassende, z.T. umfangreiche Versuchsprogramm mit verschiedenen extensiven Pflegemaßnahmen, wie Mulchen in verschiedenen Intervallen, später auch Abräumen des Mulchgutes, extensive Weide mit Rindern, Schafen, Ziegen oder Pferden sowie kontrolliertes Brennen begonnen. Jeder der heute noch 14 Versuchsflächen ist eine seit 1975 ungestörte Sukzessionsparzelle angefügt (vgl. SCHREIBER 1977).

Pflanzenbestandsaufnahmen (nach SCHMIDT et al. 1974), anfangs jährlich, dann in etwa 3-Jahresschritten aufgenommen, Vegetationskartierungen, vor allem solche der Dominanzmuster (vgl. SCHREIBER 1995a,b; SCHREIBER & DIETRICH 1995) und phänologische Beobachtungen (nach DIERSCHKE 1972) bildeten zusammen mit alle 3 Jahre erhobenen Bodenproben für die Analyse

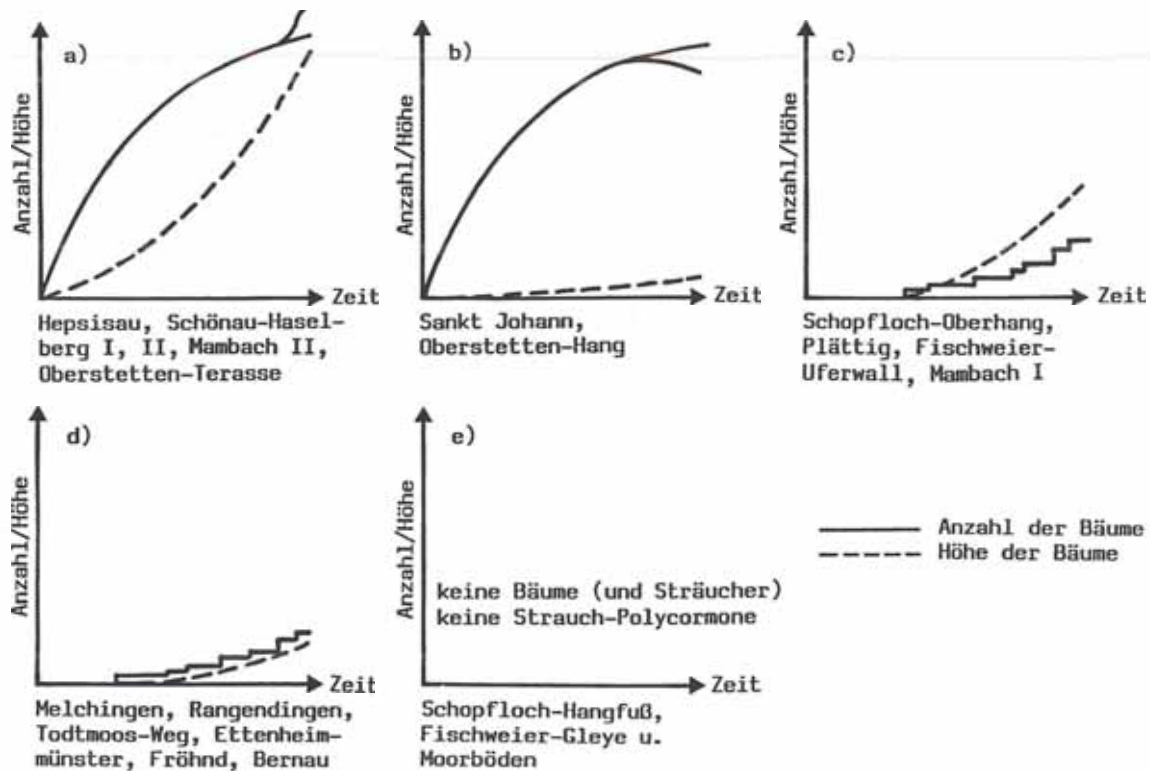
der wichtigsten Bodenparameter das Grundgerüst des "Monitoring" (vgl. SCHIEFER 1981, SCHREIBER & SCHIEFER 1985, SCHREIBER 1987, 1993, 1995a,b, NEITZKE 1991, SCHREIBER & BROLL 1993, 1994)

## 3 Kurzer Überblick über einige Grundzüge der Sukzessionsentwicklung in verschiedenen Bracheversuchen

Auf den verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg verlief die Sukzession beinahe erwartungsgemäß sehr unterschiedlich. Aber auch ähnliche Standorte zeigten z.T. völlig entgegengesetzte Sukzessionsentwicklungen (vgl. u.a. SCHIEFER 1981, SCHREIBER & SCHIEFER 1985, NEITZKE 1991, SCHREIBER 1995a,b). Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden Gehölz- und Krautschichtentwicklung getrennt vorgestellt.

### 3.1 Gehölzentwicklung

Auf einigen der leistungsfähigsten Standorte - mit einem anfänglichen Grünlandaufwuchs von z.T. >100 dt Trockensubstanz pro Jahr - haben sich bereits im Jahr nach dem Brachfallen in der mehr oder weniger dichten Grasnarbe die ersten Pioniergehölze, nämlich *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* angesiedelt und in den Folgejahren durch weitere Ansamung zu einem geschlossenen Bestand entwickelt (vgl. Abb. 1a). In Hepsisau hat der Eschen-Ahornwald bereits eine Höhe von >12 m erreicht (Abb. 2, 4). In der Baumkeimlingsgeneration der letzten Jahre sind bereits Arten der potentiell-natürlichen Waldvegetation vertreten, wie z.B. in Hepsisau (Abb. 3). Auch auf anderen Sukzessionsparzellen lief die Entwicklung mit einer ähnlichen stürmischen Dynamik ab (Abb. 1a). Z.B. auch in der einzigen Ackerbrache auf einer schmalen Bacherasse im Taubergebiet bei Oberstetten, die wir zur Abrundung 1974/1975 in den dortigen Grünlandbracheversuch an ehemaligen, bis vor Versuchsbeginn in Grünlandnutzung befindlichen Weinbergen einbezogen. Diese Ackerbrache entwickelte sich schon nach wenigen Jahren in eine unkrautreiche Glatthaferwiese, in der bereits in den ersten Jahren Eschenkeimlinge Fuß faßten (SCHIE-



**Abbildung 1**

**Typisierung der Baumentwicklung auf den verschiedenen, ungestörten Sukzessionsflächen der Bracheversuche in Baden-Württemberg.** Einige Flächen zeigten ein nahezu invasionsartig rasches und kontinuierlich ansteigendes Aufkommen von Bäumen (a, b), die auf produktiven Standorten einen starken Höhenzuwachs aufwiesen und in jüngster Zeit auf einigen Flächen einen erneuten, kräftigen Keimlingsschub erkennen ließen (a); auf produktionschwachen Standorten wuchsen die Bäume (teilweise auch die Sträucher) sehr langsam und wiesen durch Absterben schließlich größere Verluste als Neuzugänge auf (b). Die Typen a und b könnte man auch als Invasionstypen bezeichnen. Auf anderen Flächen stellten sich die Bäume zögerlich, erst relativ spät und nur episodisch ein (c, d), auf besseren Standorten mit schnellerem Höhenwachstum (c), auf Ungunststandorten mit nur geringem Zuwachs (d). Einige Flächen blieben aus unterschiedlichen Gründen und mit verschiedenen Standortsbedingungen baumfrei; (c), (d), und (e) können eher als Persistenztypen aufgefaßt werden (nach SCHREIBER 1995b, leicht verändert).

**zu Abbildung 2**

**Karte der Gehölze auf der ungestörten Sukzessionsparzelle in Hepsisau (I).** Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur Bäume und Sträucher dargestellt mit Höhen über 60 cm. Die größten und ältesten Bäume sind bereits im ersten Jahr nach dem Einrichten der Sukzessionsparzelle 1975 in einer etwa 1,6 m hohen und dichten Glatthaferwiese keimend und konnten sich mehr oder weniger ungehindert entwickeln. Der Schlehenpolycormon im Süden der Parzelle ist bereits Ende der 70er Jahre aus dem benachbarten Buchenmischwald eingewandert, während der Polycormon im NW fast 10 Jahre später in die Fläche von außerhalb eindrang.

**zu Abbildung 3**

**Karte der Gehölze auf der ungestörten Sukzessionsparzelle in Hepsisau (II).** In dieser Karte sind alle Gehölze unter 60 cm Höhe eingetragen, die im April/Mai 1995 kartiert wurden. In den meisten Fällen handelt es sich um 1- bis 3-jährige Keimlinge vornehmlich von Eschen und Bergahorn, die in der sehr lockeren Krautschicht und dem sehr lockeren Oberboden gute Keimungsbedingungen fanden und bei der Bestandsaufnahme nur Höhen von 15-25 cm aufwiesen.

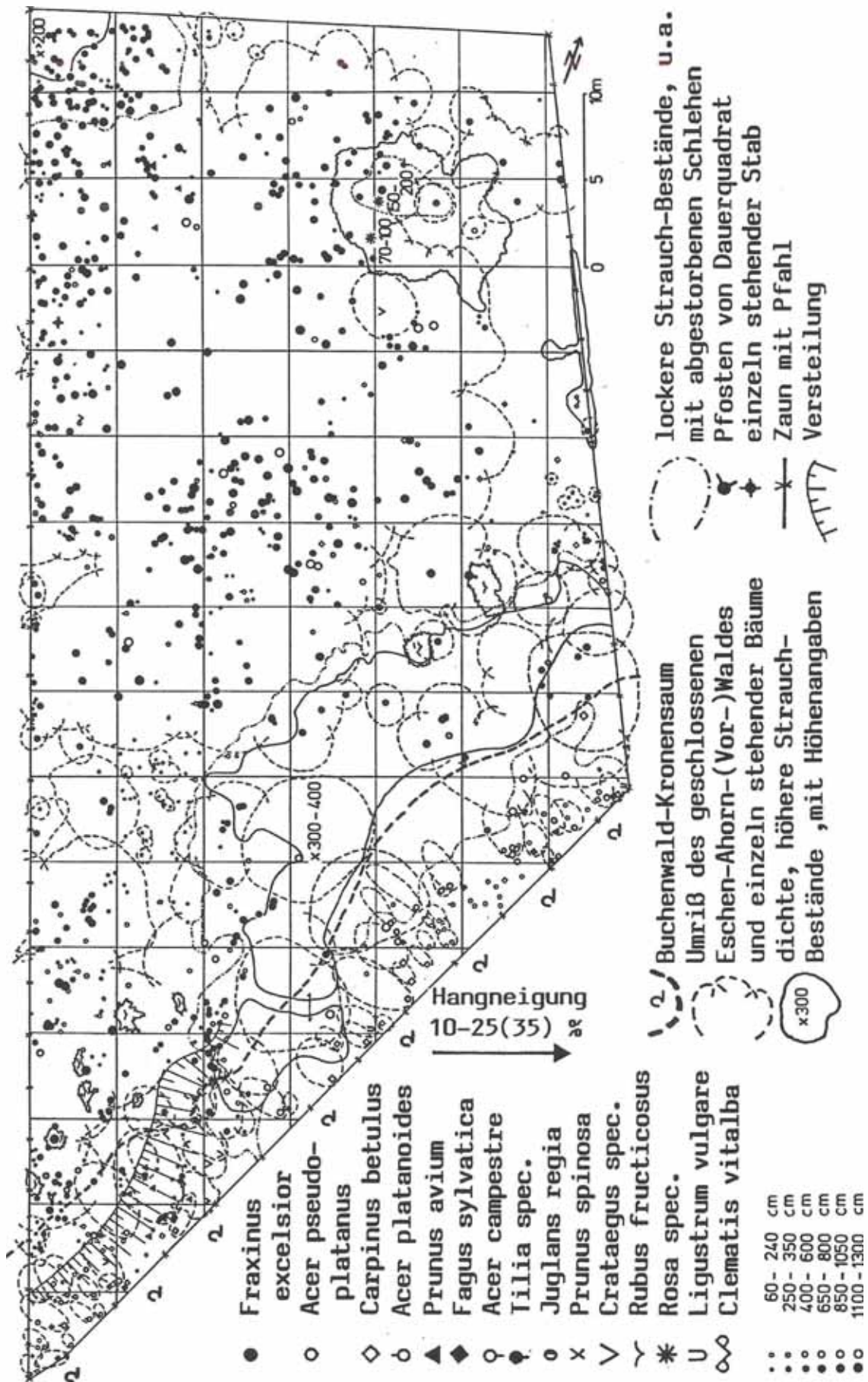


Abbildung 2

Hepsisau - Parzellenversuch (verschiedene Mulchvarianten, Schafweide, Sukzession seit 1975, Mähen mit Abräumen seit 1989). Ungestörte Sukzession, Gehölz-Kartierung, April/Mai 1995. Nur Gehölze über 60 cm Höhe !

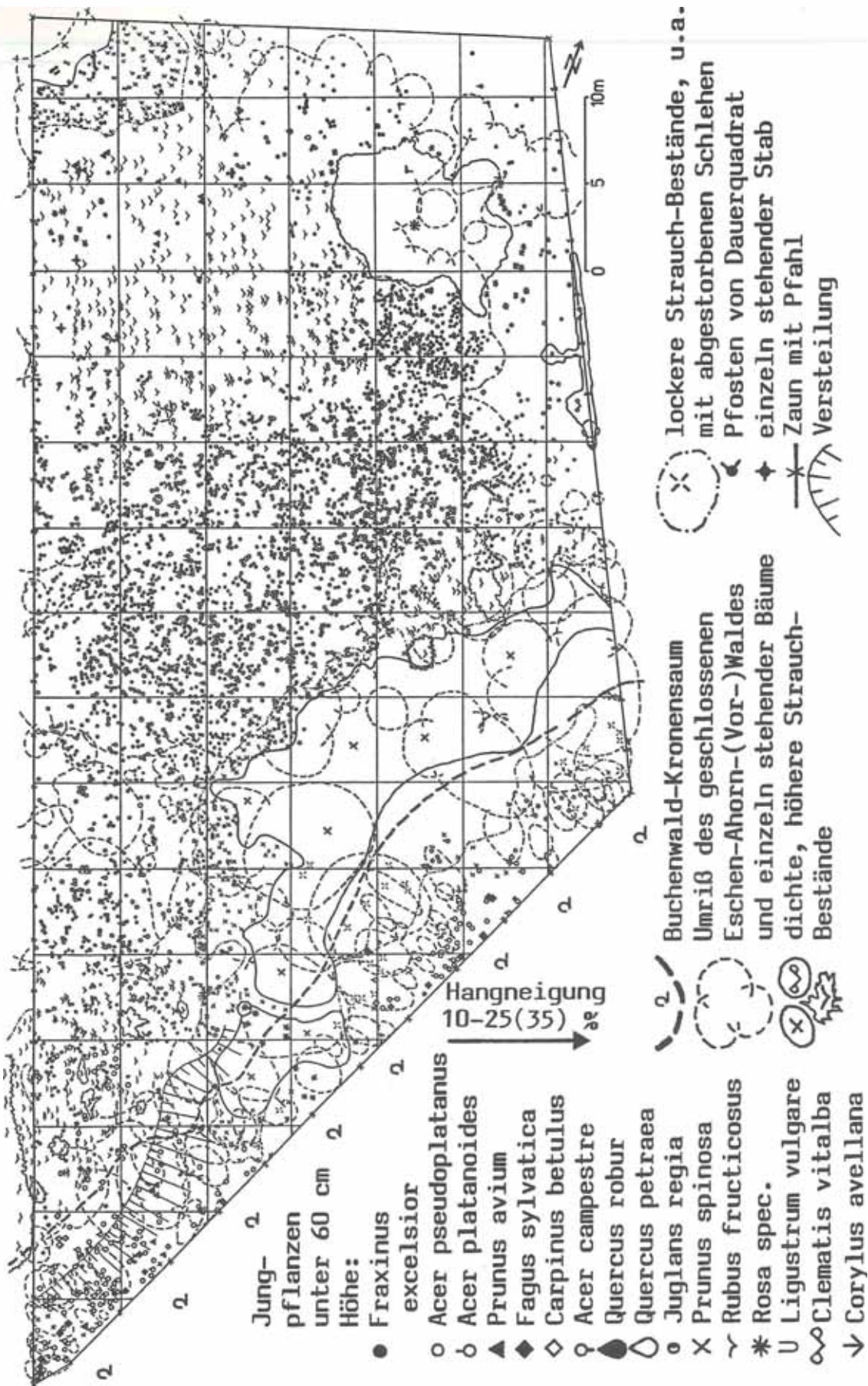


Abbildung 3

Hepsisau - Parzellenversuch (verschiedene Mulchvarianten, Schafweide, Sukzession seit 1975, Mähen mit Abräumen seit 1989). Ungestörte Sukzession, Gehölz-Kartierung, April/Mai 1995. Nur Gehölze unter 60 cm Höhe !



**Abbildung 4**

Die ungestörte Sukzessionsparzelle in Hepsisau im unbelaubten Zustand des Eschen-Ahorn(vor-)waldes von Norden her (April 1995). Im Hintergrund die Kulisse des angrenzenden Buchenmischwaldes. Von unten schiebt sich ein breites, bereits begrüntes Rosengebüsch von ca. 60-70 m<sup>2</sup> Größe in den Eschenahornwald, oben (im NW) dringt ein ebenfalls schon im ersten Laub stehender Schlehenpolycormon in die Fläche. Das untypische Dauerquadrat liegt noch teilweise außerhalb des geschlossenen Kronendaches links unten vor dem Rosengebüsch.

FER 1981). Im Winter 1986 untersuchte TSCHAKVARY (1987) die Altersstruktur des Eschenstangenholzes auf dieser Fläche, das bereits damals eine Höhe von 200-250 cm erreichte (vgl. Abb. 5). Die in der Abbildung deutlich werdende Besiedlung der Fläche, die vom unteren Rande her durch fertile Eschen am Bachlauf eingeleitet wurde, ist durchaus typisch auch für andere Sukzessionsparzellen, z.B. in Hepsisau, auch wenn es sich hierbei nicht um Grünland, sondern um Ackerbrache handelt. Interessant bleibt die Feststellung, daß die Eschen nicht die ehemalige Ackerbrache auf der Bachterasse in ihrer gesamten Tiefe einnahmen, sondern nur einen 10-14 m breiten Streifen. Dies hat sich bis heute nicht geändert (Abb. 6). Es mag einmal daran liegen, daß im Sommer 1987 die fertilen Eschen am Bachufer abgeschlagen wurden, die wahrscheinlich primär für den Nachschub an drehflügeligen Früchten mit einer Flugdistanz von etwa 35 m verantwortlich waren. Mit jedem Jahr nahm die Höhe der im Talboden stehenden Eschen und damit die Abflughöhe der in der Regel sich erst im Frühjahr lösenden Diasporen um ca. 50-70 cm zu; dies würde den weiteren Vorstoß jüngerer Bäume auf der Sukzessionsfläche und die plötzliche Unterbrechung einer weiteren Ausbreitung verständlich machen.

Aber so einfach stellt sich schließlich das Problem doch nicht dar: Denn auf den Lesesteinhaufen, vor

allem im unteren Bereich des die Sukzessionsparzelle im NW begrenzenden Steinriegels, stehen fertile Eschen (vgl. Abb. 6) mit Höhen zwischen 9 - >11 m, die ihre Diasporen über die Parzelle streuen und im unteren Hangteil sowie den oberen Streifen der Terasse bis an den Hangfuß auch einen gewissen Keimungserfolg hatten (Abb. 6). Aber einen geschlossenen Bestand hat es trotz des Vorhandenseins von Verbreitungseinheiten oberhalb des vorher etablierten Eschen-Stangenholzes aus nicht zu klärenden Gründen nicht gegeben. Der relativ dichte grünlandähnliche bis grünlandgleiche Bestand einer trockenen Glatthaferwiese kann es eigentlich nicht gewesen sein, denn in der viel dichteren Glatthaferwiese in Hepsisau ist dem kontinuierlichen Vordringen von *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudo-platanus* durch immer wieder erneutes Ansamen kein Riegel vorgeschoben worden!

Die Baumartenzusammensetzung der den ersten Wald aufbauenden Pionierholzarten ist jedoch regional z.T. recht unterschiedlich. So haben z.B. im Südschwarzwald Salweiden und Zitterpappeln (Schönau-Haselberg I) oder Birken (Mambach II), aber auch Stiel- und Traubeneichen sowie Hainbuchen (Schönau-Haselberg II) die Rolle der Pioniergehölze übernommen.

Aber keineswegs alle produktiven Standorte haben sich aus einem Grünlandbestand in einen Wald ver-

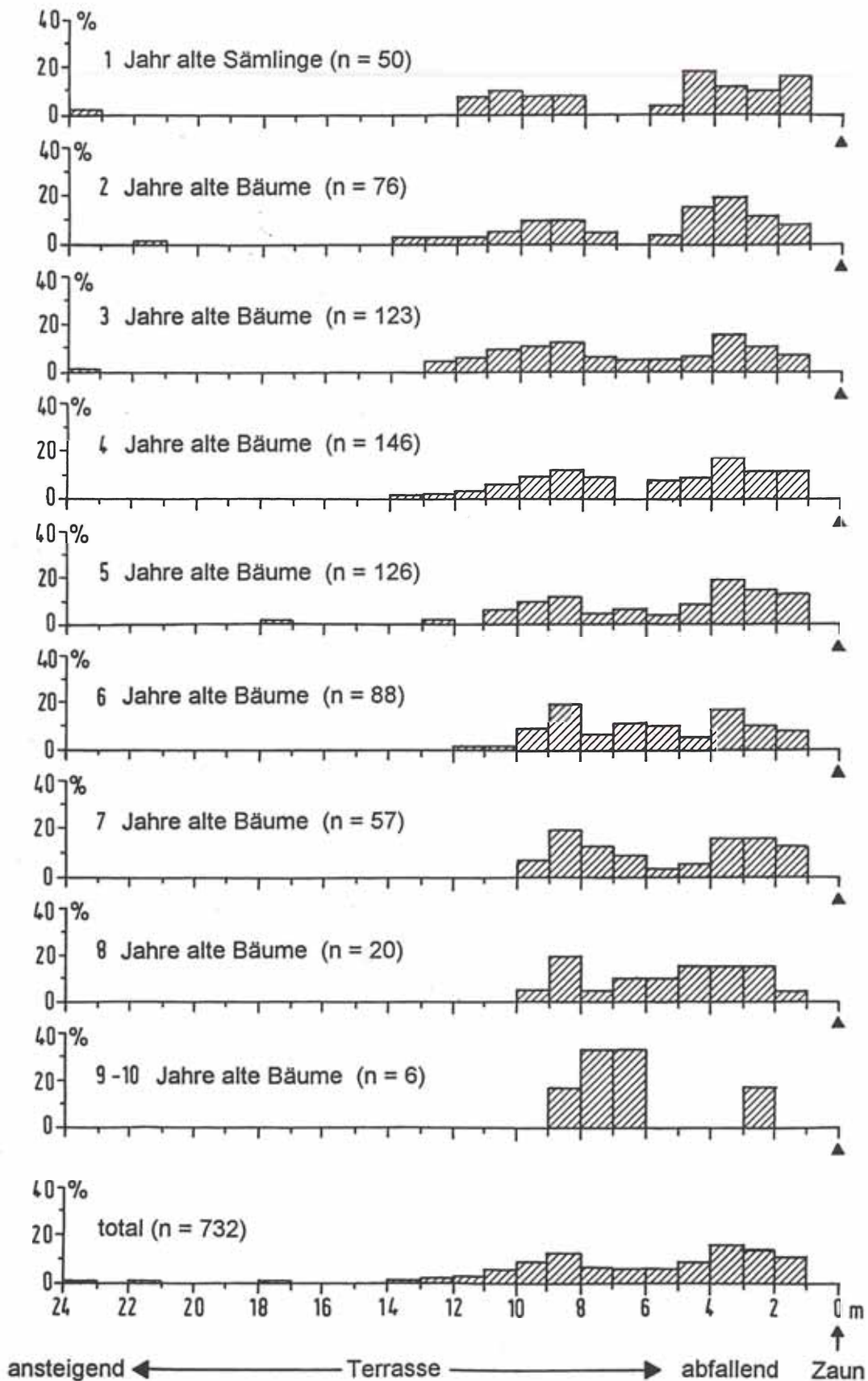


Abbildung 5

Die Besiedlung der ehemaligen Ackerterrasse Oberstetten (Taubergrund), die 1974 brachfiel und in den Grünlandbracheversuch integriert wurde, mit Eschen. Aufnahme im Winter 1986/87. Das Alter der Eschen wurde durch Auszählung der Jahrestriebe ohne Zerstörung der Bäume ermittelt; die Knospenschuppen der Endknospe am Jahrestrieb hinterlassen nach dem Austreiben Narben am Trieb, die noch viele Jahre später als ringförmige Verwachsung ein Zurückzählen ermöglichen. Höchstens 2/3 der leicht ansteigenden Terrasse sind im Laufe der 10 Jahre nach dem Brachfallen von dem Eschenstangenholz besetzt worden (vgl. auch Abb. 6; nach TSCHAKAVARY 1987, verändert).

Oberstetten - Parzellenversuch (verschiedene Mulchvarianten,  
Kontrolliertes Brennen, Sukzession seit 1975)

Ungestörte Sukzession, Gehölz-Kartierung Juli 1993

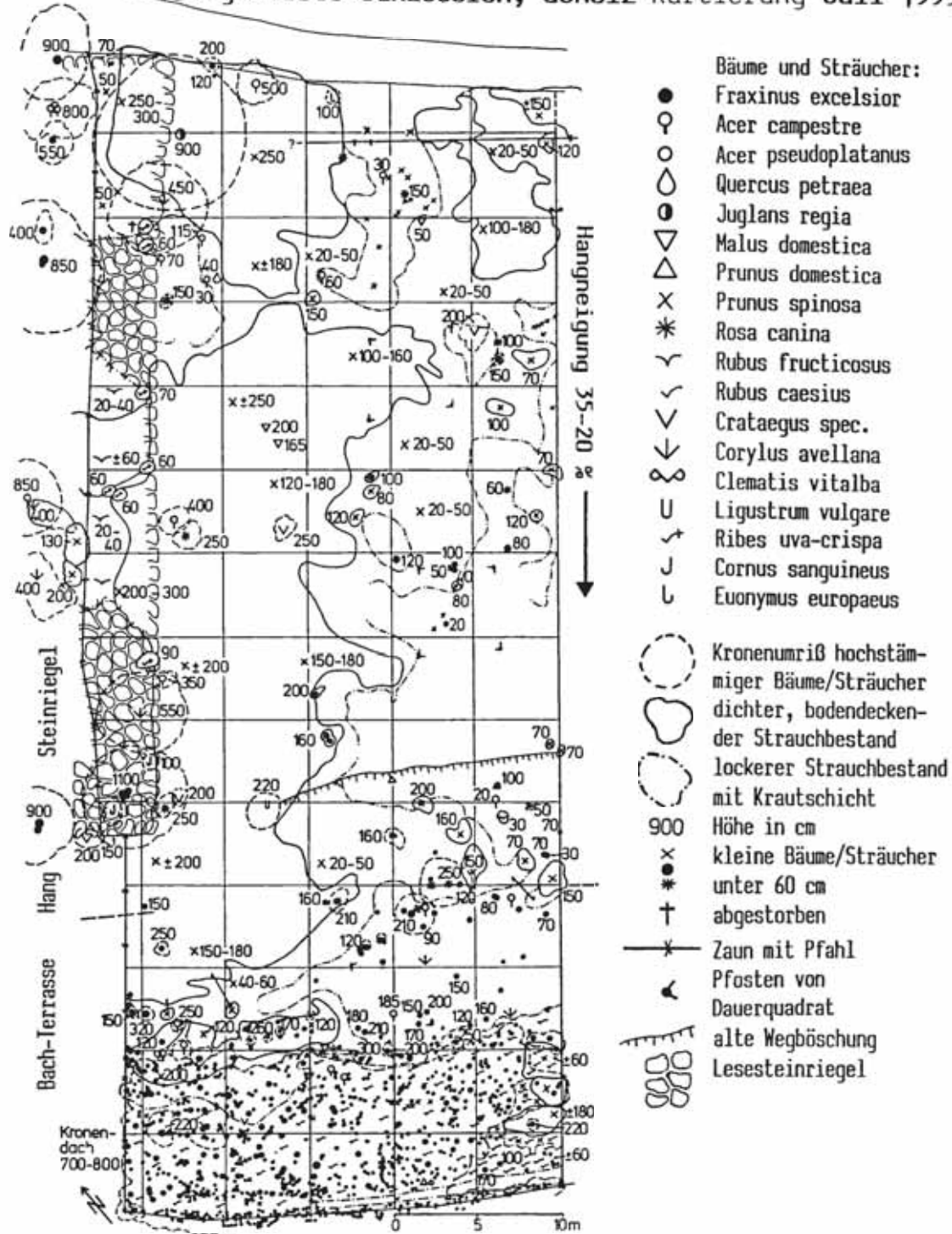


Abbildung 6

Gehölzentwicklung auf der zu Versuchsbeginn 1975 völlig gehölzfreien ungestörten Sukzessionsparzelle in Oberstetten (Taubergrund) im Jahr 1993. Links ein teilweise verbuschter bzw. mit großen Bäumen besetzter Lesesteinriegel aus Muschelkalkscherben, von dem aus die Schlehen inzwischen bereits mehr als die Hälfte des Hanges besetzt haben. Eine Baumverjüngung mit Eschen und Bergahorn hat nur in Einzelfällen stattgefunden. Anders verlief die Entwicklung auf der Bachterrasse, die unmittelbar vor Versuchsbeginn 1974 noch als Acker genutzt, in den Grünlandbracheversuch integriert wurde (vgl. Abb. 5). Fertile Eschen am Bachufer haben für einen kräftigen Nachschub geflügelter Früchte gesorgt, die sich aber nur im unteren Teil der Terrasse und ehemaligen Ackerfläche zu einem dichten Stangenholz entwickeln konnten. Oberhalb der etwa 30 m Flugdistanz von den 1987 gefällten Ufer-Eschen ist wie am Hang nur ein sporadisches Eschenvorkommen zu finden, obwohl von den auf und neben dem Steinriegel stehenden fertilen *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* durchaus dreiflügelige Früchte die gesamte Fläche erreichen und bestreuen konnten.



wandelt. In den unteren Lagen des Südschwarzwaldes hat sich z.B. auf ehemaligen Ackerterrassen im unteren Wiesetal (Mambach I), die aber schon lange der Grünlandnutzung unterliegen, bis heute eine Glatthaferwiese in der Sukzessionsparzelle gehalten, in der nur einige Obstbäume Fuß fassen konnten (vgl. Abb. 1c), die heute eine Höhe von etwa 3 m erreicht haben; lediglich eine sich ausbreitende Adlerfarn-Herde macht der Glatthaferwiese ihren Platz streitig.

Auch andere Sukzessionsparzellen unterlagen dieser sporadischen Einwanderung von Bäumen, ohne ihren Grünlandcharakter bis heute grundsätzlich verändert zu haben (Abb. 1c). Ja, am Rande des Trockentals bei Schopfloch auf der Schwäbischen Alb ist nicht ein einziger Baumkeimling in dem unteren Teil der Sukzessionsparzelle mit sehr tiefgründigen, fruchtbaren Böden aufgetaucht (Abb. 7); die Pflanzenbestandsaufnahmen der betreffenden Dauerquadrate die eine krautreiche, montane Glatthaferwiese dokumentieren weisen in dem Arteninventar seit 1975 nicht einmal vorübergehend Gehölzkeimlinge auf (SCHIEFER 1981; NEITZKE 1991), obwohl in Flugentfernung der drehflügeligen Früchte von *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* Samenspender im Waldmantel stehen, die regelmäßig ihre Trachten hatten und für die Etablierung von Jungbäumen im oberen, flachgründigen Teil unter dem Schutz des Buchenwaldschirms sorgten (Abb. 7; vgl. Abb. 1d und e). Langsamer vollziehen sich die oben skizzierten unterschiedlichen Sukzessionsabläufe hinsichtlich der Gehölztablierung auf mittel- und flachgründigen oder feuchten bis nassen Standorten (Abb. 1b, d, e). Auch dort sind alle Entwicklungsrichtungen von schneller Etablierung vor allem mit Eschen und Bergahorn - aber z.T. sehr langsamem Wachstum mit 0,5 - 2 cm Jahrestriebzuwachs wie in St. Johann (vgl. SCHREIBER 1995a) - über die mehr episodische Ansiedlung einzelner Baumkeimlinge im Laufe der Jahre bis zum Ausbleiben jeglicher Gehölzansiedlung zu finden (vgl. SCHREIBER 1995b).

Unterlagert werden diese Entwicklungen der durch Keimung aufkommenden Bäume (Phanerophyta caposa) und mancher Sträucher (Phanerophyta caespitosa) durch die Sproßkoloniebildung (Polycormie) zahlreicher Gebüscharten; entweder konnten sie zunächst durch Vogelverbreitung generativ Fuß fassen oder bereits mit der sehr erfolgreichen vegetativen Ausbreitungsstrategie in die Sukzessionsparzelle in geschlossener Front eindringen (Abb. 6), sie vielfach ebenso erfolgreich besetzen oder durchwandern (vgl. u.a. Hepsisau, Abb. 2, 3). Auf produktiven Standorten erreichen diese Polycormonbildner, unter ihnen besonders *Prunus spinosa*, aber auch *Rubus fruticosus* oder *Rubus idaeus* u.a., Wanderungsgeschwindigkeiten von >1 m/a, unter mittleren Bedingungen etwa 0,5 m/a, auf flachgründigen, vor allem wechsellückigen Standorten bei niederschlagsärmeren Witterungsverläufen deutlich weniger. Unter diesen Bedingungen findet auch

eher eine langsame Auffüllung des von einzelnen, an langen unterirdischen Sproßenden ausgetriebenen Tochterindividuen gebildeten und sehr locker stehenden Polycormons statt (vgl. KOLLMANN 1994).

Die hauptsächlichen Verbreitungsstrategien der Pionier-Gehölze sind Anemochorie, Ornithochorie und Polycormie, letztere vor allem bei den Sträuchern und dort häufig in Verbindung mit der Vogelverbreitung (möglicherweise aber auch durch Kleinsäuger verbreitet) als Initialzündung (SCHREIBER 1993, 1995a).

### 3.2 Krautschichtentwicklung

Sofern nicht die zunehmende Beschattung durch Gehölze einen Wandel der Artenzusammensetzung in Richtung Waldgesellschaften angestoßen hat, besitzt die - wenn auch artenverarmte - Krautschicht der Sukzessionsparzellen auch nach 20 Jahren meist immer noch große Ähnlichkeit mit ihren Ausgangsbeständen und den bekannten Grünlandgesellschaften entlang des Feuchtegradienten. Allerdings hat der fehlende, in seiner homogenisierenden Wirkung unübertroffene Schnitt oder Verbiß schon bald zu einer raschen Bestandsentmischung und Dominanzmusterbildung geführt.

Da auch unter den dominanten Arten der Krautschicht der größere Teil befähigt ist, Sproßkolonien zu bilden, ändert sich das Muster, an das auch bestimmte Strukturmerkmale gekoppelt sind, auf der Fläche nicht nur von Jahr zu Jahr; selbst innerhalb einer Vegetationsperiode findet eine kartierbare Veränderung in der Konfiguration der Musterbildung statt, die sich im Folgejahr fortsetzt (vgl. SCHREIBER & DIEDRICH 1995). Dieses Phänomen ist aber nicht nur eine Folge der phänologischen Einnischung der einzelnen Arten in den Ablauf der Vegetationsperiode und die dadurch bedingte Entwicklung im Artengefüge der Bestände, wengleich diese einen nicht unerheblichen Einfluß auf den jährlichen Strukturwandel und die damit gekoppelten bestandsklimatischen Verhältnisse sowie Streubildung und -umsatz hat.

Schließlich hat sich im Laufe der Jahre immer deutlicher eine Anreicherung von Eutrophierungszeigerpflanzen in der Krautschicht der Sukzessionsparzellen gezeigt. Auf den leistungsfähigen Standorten sind es ausgesprochene Stickstoffzeiger nach ELLENBERG et al. (1992), auf den ärmeren zumindest solche, die höhere Stickstoffanforderungen stellen als die vorherigen Bestandsbildner. Manche dieser Arten waren ursprünglich auch gar nicht oder nur mit gering(st)en Deckungsgraden vertreten (u. a. NEITZKE 1991; SCHREIBER & DIEDRICH 1995). Es handelt sich um ein "natürliches" Anreicherungssystem, dessen Quelle nicht in erster Linie die erhöhten Nährstoffeinträge aus der Atmosphäre sind, sondern ausgeprägte verlustlose interne Nährstoffkreisläufe. Denn trotz dieser in unseren Versuchen eigentlich ungewollten "Düngung" zeigt sich

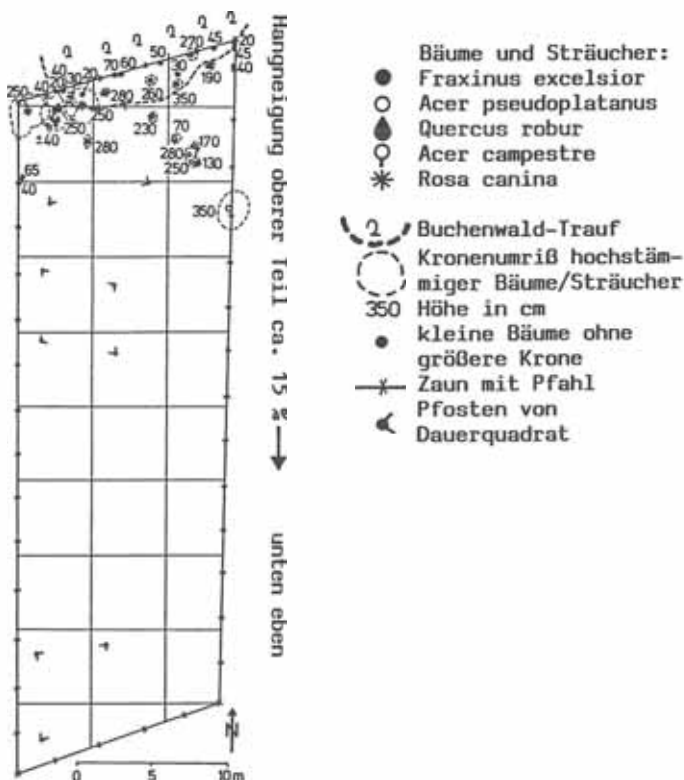


Abbildung 7

Die Gehölzentwicklung auf der ungestörten Sukzessionsparzelle bei Schopfloch am Rande eines großen Trockentalsystems der Schwäbischen Alb im Jahr 1993. Nur im oberen Teil, weitgehend noch unter dem Schutz des Buchenwaldschirms, der sich über die Sukzessionsparzelle schiebt, haben sich Gehölze entwickelt. Im mittleren und unteren Teil mit sehr fruchtbaren, tiefgründigen Böden, ist in der Berg-Glatthaferwiese, die sich inzwischen aus der ehemaligen Schafweide dort entwickelt hat, bisher noch kein einziges Pioniergehölz auf der Fläche aufgetaucht, obwohl am Waldrand in Flugentfernung mehrere fertile *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus*-Bäume stehen. Vermutlich sind regelmäßige Spätfröste für die frostempfindlichen Keimlinge dieser Pionierarten eine der Ursachen ihres Fehlens.

in den Mulchparzellen, deren relativ nährstoffreiche zerkleinerte Pflanzenmasse nach dem Schnitt Mitte Juni und August auf der Fläche verbleibt und dort meist relativ rasch umgesetzt und mineralisiert wird, die gegenteilige Tendenz, nämlich eine Auslagerung (SCHREIBER 1987, 1995b).

GIGON & BOCHERENS (1985) sprechen von einer "Auteutrophierung" ihrer brachgefallenen Feuchtwiesen.

#### 4 Vergleich der Ergebnisse mit verschiedenen Sukzessionsmodellen

Keine der bisher entwickelten Sukzessionsvorstellungen mit dem Anspruch auf allgemeinere Gültigkeit gibt eine vollständige Erklärung der vorstehend knapp erläuterten Entwicklungsrichtungen.

Das mag zum einen daran liegen, daß viele den Hypothesen zugrunde liegenden Untersuchungen und Beobachtungen zur sekundär-progressiven Sukzession auf Ackerbrachen angestellt wurden (EGLER 1954; HARD 1976), die ja wohl meist erst nach der Ernte der letzten angebauten Frucht und weitgehend ohne Pflanzendecke aufgelassen wurden (vgl. u.a. TILMAN (1985, 1988), der von "bare soils" spricht; ferner u.a. OSBORNOVÁ et al. 1990). Aber selbst dort spielen Zeitpunkte des Brachfallens, die dann herrschenden Witterungsbedingungen, Diasporenbank der Fläche und deren

Keimungsbedingungen im Sinne des Schlüssel-Schlüsselloch-Prinzips eine wichtige Rolle für die Erstetablierung ("Initial Floristic Composition" nach EGLER 1954). Sukzessionsuntersuchungen auf brachgefallenem und einer ungestörten Entwicklung überlassenem Grünland mit einer voll etablierten, durch Konkurrenz und Koexistenz (vgl. GIGON 1981, 1983a, b) in ihrem Artengefüge ausgewogenen Pflanzengemeinschaft mit mehr oder weniger dichter Grasnarbe hingegen sind relativ selten.

Zum anderen mögen manche Vorstellungen auch auf Beobachtungen zurückgehen, die ein räumliches Entwicklungsmuster aus einem Nebeneinander in ein zeitliches Nacheinander eingeordnet haben, ohne ein mögliches und entsprechendes Standortmuster zu berücksichtigen oder die Zeitamplitude und/oder die jeweils ausschlaggebenden biotisch-abiotischen Bedingungen zu kennen, wie z.B. unterschiedlicher Diasporenvorrat, Diasporeneintrag in Samen- oder Fehl Jahren einzelner Gehölzarten, keimungsgünstige oder -ungünstige Witterungsbedingungen, Wildverbiß und vieles mehr.

Zum dritten ist die Zeitskala bei vielen Hypothesen oder Modellvorstellungen zur sekundären (progressiven) Sukzession die häufig auch nicht streng genug von der primären Sukzession getrennt wird (vgl. MILES 1987; MILES & WALTON 1993) - auf lange Zeiträume ausgerichtet (u.a. CONNELL &

SLATYER 1977). So hat man z.B. bei TILMAN (1985, 1988, 1990) den Eindruck, als liegen seinen Betrachtungen nicht etwa Jahrzehnte, sondern Jahrhunderte bis viele Jahrtausende zugrunde. Das hat durchaus seine Berechtigung. Aber sie können kaum eine große Hilfestellung zum Verständnis von relativ kurzfristig abgelaufenen, z.T. strukturell gewaltigen, z.T. aber auch unbedeutenden Veränderungen innerhalb von 20 Jahren geben. Die von CONNELL & SLATYER (1977) für sekundäre Sukzessionsabläufe konzipierten Modelle 2 und 3 (Fig. 1, S. 1121 ebenda) zeigen dies deutlich. Es erscheint deshalb angesichts der Unerklärbarkeit und Zufälligkeit mancher Entwicklungen, die im vorstehenden Kapitel mehr angedeutet als ausführlich dargestellt worden sind, eine Hypothesenbildung, die sich nicht nur Einzelphänomenen widmet, eher verfrüht; wollte man dies gar zu einer Forderung erheben, würde ich dies in Anbetracht der bestehenden Unterschiede, die sich von Standort zu Standort, Region zu Region in Baden-Württemberg zeigen, etwas wirklichkeitsfremd finden, weil man den "Zufall", der offensichtlich bei vielen Sukzessionsflächen eine nicht unbedeutende, gelegentlich sogar entscheidende Rolle spielt, als "Störgröße" vermutlich erst durch die Beobachtung sehr langer Zeiträume mehr oder weniger eliminieren kann. D.h. mit anderen Worten: Ich bin zwar ziemlich sicher, daß auf allen Sukzessionsflächen meiner 14 Versuche (wie auf allen potentiellen Waldstandorten und in den meisten Modellvorstellungen) irgendwann wieder ein Klimax-Wald entstehen wird (was immer dann - u.U. in neuer Artenzusammensetzung - darunter zu verstehen ist), aber die Wege und Zeitabläufe dahin, die die noch jungen, 20jährigen Sukzessionsflächen bisher gegangen sind, erklären mir diese Feststellung, die sich aus der nachpleistozänen Vegetationsentwicklung ableitet, oder andere existierende Hypothesen nicht.

Eine strenge Trennung von primärer und sekundärer Sukzessionsentwicklung unter jeweils spezifischen Standortbedingungen erscheint dringend notwendig (vgl. auch MILES & WALTON 1993, S. 301); Unsere Erwartungen hinsichtlich einer meßbaren Veränderung von Bodenparametern der bei der sekundär - progressiven Sukzession bereits voll entwickelten Böden (vgl. z.B. Tab.1 bei SCHREIBER 1993 bzw. 1995b) sind keineswegs in den 20 Versuchsjahren erfüllt worden (vgl. BROLL & SCHREIBER 1993, 1994a, b). Lediglich die Streudecke hat sich auf vielen Sukzessionsflächen verstärkt. Aber nicht einmal der pH-Wert der Versuchstandorte vom Taubergebiet bis in den südlichen Hochschwarzwald hat sich - von Schwankungen um 0,1-0,2 pH abgesehen - trotz allgemein befürchteter Versauerungsschübe der letzten Jahrzehnte verändert (vgl. auch dazu ELLENBERG 1995). Lediglich auf zwei Flächen mit einer Zunahme von Pflanzenarten, die bekanntermaßen eine saure Streu produzieren, wie *Vaccinium myrtillus*, zeichnet sich ein leichter Trend zur Versauerung auf den Sukzessionsflächen ab; andere Flächen signalisieren z.T.

eher das Gegenteil (Schopfloch von pH 5,1 im Jahr 1978 auf 5,5 in 1994).

Der Feststellung von TILMAN (1988), daß Bodenverhältnisse - vor allem das Nährstoffangebot und das Lichtangebot bzw. deren Veränderung im Laufe der Zeit - entscheidende Faktoren bei der primären wie sekundären Sukzession sind, kann man nur zustimmen. Die zunehmende Beschattung in allen Sukzessionsparzellen des Typs der Abb.1a durch rasches Wachstum der eingewanderten Gehölze und die darauf folgende Veränderung der Artenzusammensetzung der Krautschicht (vgl. u.a. NEITZKE 1991) zeigt diesen allgemein bekannten Sachverhalt deutlich. Die nahezu gleichbleibende Artenzusammensetzung des Grünlandbestandes infolge der Gehölzfreiheit im unteren, nährstoffreicheren Teil der Sukzessionsparzelle in Schopfloch (Abb. 7), wird zwar auch dadurch verständlich, aber es bleibt unerklärbar, warum dort trotz ausreichenden Samen-druckes keine Gehölze Fuß fassen konnten.

SCHREIBER (u.a. 1995b) versucht dieses Phänomen durch die mächtige Streubildung, in der die Wurzeln der auskeimenden Pioniergehölze *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* austrocknen, und die regelmäßigen starken Spätfröste in dem großen Trockentalsystem der Schwäbischen Alb zu erklären, denen vor allem die frostempfindlichen oben genannten Arten zum Opfer fallen.

Obwohl Grasnarbe und Streudecke (und deren Mächtigkeit) - anders als es noch HARD 1976 sah - grundsätzlich kein, und schon gar kein unüberwindliches Hindernis für das Auskeimen von Diasporen der verschiedenen Pionierholzarten sind (vgl. Abb. 1a-d, siehe auch SCHREIBER 1995a), kennen wir andererseits auch Pflanzengesellschaften, vor allem Borstgrasrasen, die sich z.B. als ehemalige Weideflächen im Statzer Wald im Oberengadin mehr als 70 Jahre erfolgreich gegen jede Arvenansiedlung durchsetzen konnten. Lediglich an herausragenden Felsstümpfen sind Arvennüsse zwischen Stein und anlehende Moos- und Graspolster gerutscht, dort erfolgreich ausgekeimt und zu stattlichen, aber einzeln stehenden Jungbäumen herangewachsen; die Fläche ist weiterhin offen. PICKETT & WHITE (1985) geben andere Beispiele von Dauergesellschaften nach einem Feuer.

Die von TILMAN (1988) zitierte und kommentierte Feststellung, daß bei sekundären Sukzessionen nur auf nährstoffarmen Standorten eine Nährstoffanreicherung stattfindet, hingegen auf nährstoffreichen Standorten keine oder gar ein Verlust, wird m.E. von unseren - allerdings nur 20-jährigen - Beobachtungen widerlegt. Wir haben überall eine Nährstoffanreicherung beobachtet, je günstiger die Standorte, umso deutlicher ist dieser in der Artenzusammensetzung mit nährstoff-(stickstoff-) "liebenden" Arten erkennbare Effekt. Zwar geben unsere klassischen Bodenanalysen darüber so gut wie keinen Aufschluß. Da sich ein großer Teil des Nährstoffkapitals in der lebenden Biomasse findet und dort

umgelagert wird, kann nur eine aufwendige Bilanzierung der Nährstoffkompartimente des gesamten Systems darüber einen experimentell überprüfbaren Nachweis bringen.

Auch die von JAKUCS (1969, 1972) an Flaumeichen-Buschwäldern gemachten Beobachtungen über die Sproßkoloniebildung, die er zu einer Polycormtheorie in etwa 4 Schritten entwickelte, scheinen in der klassischen Abfolge - möglicherweise schon wegen der Kurzfristigkeit unserer bisherigen Beobachtungen in unseren Sukzessionsflächen (noch?) nicht aufzutreten. HARD (1976) hält sie zwar für zahlreiche Sukzessionsentwicklungen auf Ackerbrachen im Prinzip für zutreffend. Auch in unseren Bracheversuchen spielt die Polycormonbildung als vermutlich wichtigste und erfolgreichste Ausbreitungsstrategie vieler Pflanzenarten (Kräuter, Gräser, Grasartige, viele Sträucher, selten Baumarten) der Sukzessionsreihen eine große Rolle. Aber anstatt einer Alterung und Verödung der Mutterpflanze(n) inmitten des sich nach außen verjüngenden Polycormons und ihre Ablösung durch ein andere, meist konkurrenzkräftigere bzw. größere Art (z.B. bei Sträuchern und Bäumen (vgl. auch JAKUCS 1969; HARD 1976)) wandern die Kraut-, Gras- oder Strauchpolycormone eher als mehr oder weniger geschlossene Herden durch die Flächen (vgl. Abb. 2, 3, 5). Die Schlehen in Hepsisau (Abb. 2, 3) sind ein besonders typisches Beispiel dafür: Sie wandern mit Geschwindigkeiten bis 1 m/a von Süden in die Sukzessionsfläche, inzwischen einem Eschen-Ahornwald, der an der Schlehenfront noch keinen vollständigen Kronenschluß aufweist. Im Süden sterben die inzwischen 4 m hoch gewordenen Schlehen nahezu in der gleichen Geschwindigkeit ab, noch einige Jahre als Strauchruinen erkennbar. Offenbar ist die Beschattung durch den immer weiter über den Strauch- und Baumbestand in die Fläche drängenden Buchenmischwaldtrauf so stark, daß die Schlehe an Lichtmangel eingeht.

Anders verhält es sich mit dem *Rubus-fruticosus*-Polycormon, der sich in den Jahren intensiver Eschenansiedlung unter dem sich schließenden Kronendach bis 1988 zu einer Fläche von 60-70 m<sup>2</sup> entwickelte (vgl. SCHREIBER 1995a). In den Folgejahren brach er rasch zusammen. An seiner Stelle entstanden aber nur große, z.T. mit Moospolstern und im Herbst mit der sich rasch zersetzenden Eschenblattstreu besetzte Kahlstellen; in der Zwischenzeit entwickelten sich zahlreiche kleine kurzrankige *Rubus fruticosus*-Individuen, die sich erst jetzt (seit 1993/94) teilweise wieder zu kleinen Polycormonen zusammenschließen. Die Kleinheit und Wuchsschwäche mag vielleicht mit einer gewissen Eigen-Unverträglichkeit zusammenhängen; andere Arten, wie *Galium aparine*, weisen eher auf gute Nährstoffversorgung hin.

Die besten Übereinstimmungen unserer Beobachtungen bestehen zu dem Sukzessionsmodell von PRACH (1986, 1990), der sehr stark den standört-

lichen Bezug entlang des ökologischen Feuchtegradienten herausgearbeitet hat. Der recht unterschiedliche, aber ständige Biomassenzuwachs der verschiedenen Standorte zeigt sich auch in unseren Versuchsergebnissen. Für einen Vergleich des Wechsels der Pflanzendiversität im Laufe der Zeit entlang des Feuchtegradienten reicht unsere Beobachtungszeit derselben Flächen nicht aus. Unerklärt bleiben nach wie vor die Existenz und Persistenz von bestimmten Dauerstadien, die keineswegs immer an ganz bestimmte und dafür bekannte Pflanzengesellschaften wie z.B. die Mädesüß-Hochstaudenfluren gekoppelt sein müssen. Zudem kommt hinzu, daß auch OSBORNOVÁ et al. (1990) die in PRACH'S Modell eingegangenen Daten z.T. aus dem Studium unterschiedlich alter Acker- (und Grünland-) Brachen in einem räumlichen Nebeneinander gewonnen haben.

So verwundert es nicht, wenn PRACH (1990) ausdrücklich darauf verweist was ich zugleich als Schlußbemerkung nehmen möchte (eigene Hinzufügungen in Klammern!) -, daß ein besseres Verständnis der Sukzessionsmechanismen nur aus den Ergebnissen langfristiger Untersuchungen auf (bekannten und denselben) Dauerflächen ableitbar sein wird unter Berücksichtigung autökologischer und populationsbiologischer Verhaltensweisen ausgewählter Arten, der Konkurrenz und anderer Interaktionen im System einschließlich des (wie er mit Recht meint:) unvermeidlichen Studiums der abiotischen Faktoren.

## Literatur

- BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F. (1993): Auswirkungen der Stilllegung von Grünland-Standorten auf die pflanzenverfügbaren Gehalte an Phosphat und Kalium. Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 72, 73-76.
- (1994a): Stickstoffdynamik nach Stilllegung und extensiver Bewirtschaftung von Grünland. Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 73, 31-34.
- (1994b): Magnesiumgehalte von Grünlandstandorten unter dem Einfluß von Extensivierung und Flächenstilllegung. VDLUFA-Schr.r. 38, Kongreßband, Darmstadt, 915-918.
- CONNELL, J. H. & SLATYER, R.O. (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. Amer. Natur. 111, 1119-1144.
- DIERSCHKE, H. (1972): Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde Rinteln 1970. Den Haag, 291-311.

- EGLER, F.E. (1954):  
Vegetation science concepts. I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio* 4, 412-417.
- ELLENBERG, H. (1995):  
Allgemeines Waldsterben ein Konstrukt? *Naturwiss. Rundschau* 48, 93-96.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., D. PAULISSEN (1992):  
Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl., *Scripta Geobotanica* 18, 258 S.
- GIGON, A. (1981):  
Koexistenz von Pflanzenarten, dargelegt am Beispiel alpiner Rasen. *Verh. Ges. Ökol.* 9, Berlin 1980, 165-172.
- (1983a):  
Typology and principles of ecological stability and instability. *Mountain Research and Development* 3, 95-102.
- (1983b):  
Über das biologische Gleichgewicht und seine Beziehungen zur ökologischen Stabilität. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Rübel* 50, Zürich, 149-177.
- GIGON, A. & BOCHERENS, Y. (1985):  
Wie rasch verändert sich ein nicht mehr gemähtes Ried im Schweizer Mittelland. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Rübel* 52, Zürich, 53-65.
- HARD, G. (1976):  
Vegetationsentwicklung auf Brachflächen. *KTBL-Schr.* 195, Münster-Hiltrup, 195 S.
- JAKUCS, P. (1969):  
Die Sprosskolonien und ihre Bedeutung in der dynamischen Vegetationsentwicklung (Polycormonsukzession). *Act. Bot. Croatica* 28, Zagreb, 161-170.
- (1972):  
Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen. *Budapest*, 228 S.
- KOLLMANN, J. (1994):  
Ausbreitungsökologie endozoochorer Gehölzarten. *Veröff. Projekt "Angew. Ökologie" (PAÖ)* 9, Karlsruhe, 212 S.
- MILES, J. (1987):  
I. Vegetation succession: Past and present perceptions. *Colonisation, succession and stability*, ed. A. J. Gray, M. J. Crawley, P. J. Edwards. Oxford, 1-29.
- MILES, J. & WALTON, D.W.H. (ed.) (1993):  
*Primary Succession on Land. Spec. publ. No. 12. British Ecol. Soc.*, Oxford, 309 pp.
- NEITZKE, A. (1991):  
Vegetationsdynamik in Grünlandbracheökosystemen. *Arb.ber. Lehrstuhl Landschaftsökol. Münster* 13, 2 Bde, 140 S. + Abb./Tab. Bd.
- OSBORNOÁ, J., KOVÁROVÁ, M., LEPS, J. & PROCH (ed.) (1990):  
*Succession in Abandoned Fields. - Geobotany* 15, Kluwer Acad. Publ., 168 pp.
- PRACH, K. (1990):  
Vegetational dynamics. In: *Succession in Abandoned Fields*, ed. Osbornová, J., Kovárová, M., Leps, J. & Prach, K. *Geobotany* 15, Kluwer Acad. Publ., 127-134.
- SCHIEFER, J. (1981):  
Bracheversuche in Baden-Württemberg. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 22, Karlsruhe, 325 S.
- SCHMIDT, W., unter Mitarbeit von DIERSCHKE, H. & ELLENBERG, H. (1974):  
Vorschläge zur vegetationskundlichen Untersuchung auf Dauerprobeflächen. *Manusk.*, Göttingen.
- SCHMIDT, W. (Red.) (1975):  
Sukzessionsforschung. *Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde, Rinteln* 1973, hg. R. Tüxen. Vaduz, 622 S.
- SCHREIBER, K.-F. (1977):  
Zur Sukzession und Flächenfreihaltung auf Brachland in Baden-Württemberg. *Verh. Ges. Ökol.*, Göttingen 1976. Den Haag, 251-263.
- (1987):  
Sukzessionsuntersuchungen auf Grünlandbrachen und ihre Bewertung für die Landschaftspflege. *Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen*, Teil 2, hg. R. Schubert u. W. Hilbig, *Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde, Halle/Saale* 1986, *Wiss. Beitr. Univ. Halle-Wittenberg* 25 (P 28), 275-284.
- (1993):  
Standortsabhängige Entwicklung von Sträuchern und Bäumen im Sukzessionsverlauf von brachgefallenem Grünland in Südwestdeutschland. *Phytocoenologia* 23, Volume in Honour of Heinz Ellenberg, 539-560.
- (1995a):  
Sukzessionsdynamik Die Entwicklung von Gehölzen und Krautschichten in den 20-jährigen ungestörten Sukzessionsparzellen der Bracheversuche Hepsisau und St. Johann in Baden-Württemberg. *Landschaftsökologie und Vegetationskunde als Grundlage der Landnutzung. Festschr. 65. Geburtstg. Prof. Dr. Th. Müller u. Prof. Dr. F. Weller*, hg. K.-H. Kappelmann. *Nürtinger Hochschulschr.* 13, 139-163.
- (1995b):  
Renaturierung von Grünland - Erfahrungen aus langjährigen Untersuchungen und Managementmaßnahmen. *Ber. R.-Tüxen-Ges.* 2, 111-139.
- SCHREIBER, K.-F. & SCHIEFER, J. (1985):  
Vegetations- und Stoffdynamik in Grünlandbrachen - 10 Jahre Bracheversuche in Baden-Württemberg. *Sukzession auf Grünlandbrachen*, K.-F. Schreiber (Hrsg.), *Münstersche Geogr. Arb.* 20, Münster, 111-153.
- SCHREIBER, K.-F. & DIEDRICH, Ch. (1995):  
Wandel von Artenzusammensetzung, Bedeckung und Struktur der Vegetation in Sukzessionsparzellen der Bracheversuche Baden-Württemberg im Laufe der Vegetationsperiode. *Veröff. Projekt "Angew. Ökologie" (PAÖ)*, 12, Landesanst. Umweltschutz Ba.-Wü., Karlsruhe, 19-33.

TILMAN, D. (1985):  
The resource-ratio hypothesis of plant succession. *Amer. Natur.* 125, 827-852.

— (1988):  
Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities. Princeton, USA, New Jersey, 358 pp.

— (1990):  
Constraints and trade-offs: toward a predictive theory of competition and succession. *Oikos* 58, 3-15.

TSCHAKVARY, E. (1987):  
Gehölzentwicklung auf Brachen in ehemaligen Wein-

berghängen im südlichen Taubergebiet. Dipl.arb. Inst. Geogr., Univ. Münster, 58 S. u. Anhang.

**Anschrift des Verfassers:**

Prof. em. Dr. Karl-Friedrich Schreiber  
Institut für Landschaftsökologie der  
Westfälischen Wilhelms-Universität  
Robert-Koch-Str. 26  
D-48149 Münster



# Erfolgskontrolle von "Biotopsicherungsmaßnahmen" im Niedermoorgrünland eines NSG in der westpfälzischen Moorniederung bei Kaiserslautern

Barbara RUTHSATZ

## 1 Einleitung

Im Rahmen von wissenschaftlichen Begleituntersuchungen zur Einführung des Biotopsicherungsprogrammes "Extensivierung von Dauergrünland" in Rheinland-Pfalz (RUTHSATZ 1993) wurden u.a. im NSG "Scheidelberger Woog" 1988/89 Vegetationsaufnahmen und Nährstoffuntersuchungen in den Böden entlang von Dauerbeobachtungstransekten zur Dokumentation des Ausgangszustandes durchgeführt (RUTHSATZ 1990). Neben 15 Probestreifen in extensiv genutzten Wiesen wurden auch 4 Flächen in weiterhin konventionell bewirtschafteten Wiesen angelegt. Die Vegetationsaufnahmen und ein Teil der Bodenuntersuchungen wurden 1990/1992 und 1994/1995 wiederholt. Zum Unterschied von vielen anderen Untersuchungen (OOMES & MOOI 1985, BAKKER 1989, OLFF & BAKKER 1991, SCHWARTZE 1992, ROSENTHAL 1992, KAPFER 1988, 1994 u.a.) werden hier nicht die Ergebnisse experimentell kontrollierter Bewirtschaftungsvarianten dargestellt, sondern die Untersuchungen begleiten die mit einem Landwirt vertraglich festgelegte Nutzungsweise. Auch ist das Ziel der sog. "Extensivierungsmaßnahmen" nicht die Wiederherstellung, sondern der Erhalt von artenreichem Feucht- und Naßgrünland. Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Veränderungen in Vegetation und Nährstoffverhältnissen dargestellt sowie die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme diskutiert werden.

## 2 Untersuchungsgebiet

Das "Scheidelberger Woog" ist einer der letzten Reste eines früher wesentlich ausgedehnteren Niedermoorgebietes, dem Landstuhler Bruch, einem Teil der "Westpfälzischen Moorniederung". Dieses Bruch ist heute weitgehend entwässert, abgetorft, aufgeforstet bzw. in intensiv genutztes Grün- und Ackerland überführt. Das "Scheidelberger Woog" wurde 1987 als NSG ausgewiesen, weil es noch naturnahe Bruchwald- und Kleinseggenriedinseln sowie mageres Niedermoorgrünland umfaßt. Hinzu kommen Brachlandparzellen mit Hochstaudenfluren und Gehölzaufwuchs, aber auch inzwischen intensiv gedüngte Wiesen und Forstflächen. Das

kleinflächige Mosaik aus Gehölzbeständen, Staudenfluren und genutztem Grünland bietet auf 231 ha Fläche neben ca. 230 Gefäßpflanzen, davon 22 der Roten Liste von Rheinland-Pfalz, auch vielen Tiergruppen (z.B. Vögel, Amphibien, Insekten) einen bisher gesicherten Lebensraum. Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich jedoch nur auf die Vegetation des genutzten Grünlandes.

Die Böden haben sich aus überwiegend basenarmen Niedermooeren entwickelt. Sie wurden jedoch durch Entwässerung, Torfstich und Einarbeiten von den Moorböden festigendem Sand, Ziegelschutt, Hochofenschlacke usw. stark verändert. Die Vererdung ist fast überall weit fortgeschritten. Die C/N-Verhältnisse des Oberbodens (0-10 cm) lagen 1995 zwischen 12,5 und 17,0. Die Mächtigkeit der Torfaufschicht beträgt meist nur noch 30 bis 80 cm. Darunter stehen gebleichte, fluvial umgelagerte Sande aus dem südlich angrenzenden Buntsandsteingebiet an. Den Stauhorizont bilden tonreiche Sedimente des Unteren Buntsandsteins.

Das Scheidelberger Woog liegt auf 220 bis 230 m Meereshöhe. Das Allgemeinklima ist subozeanisch geprägt mit einer Jahresmitteltemperatur von 9°C und mittleren Juli-Temperatur um 18°C. Die Niederschläge betragen ca. 800 mm pro Jahr (vgl. Abb. 14 und 15). In der Moorniederung fließt die Kaltluft der umliegenden Höhen jedoch regelmäßig zusammen und verursacht Spätfröste und Nebelbildung. Dadurch setzt die Vegetationsentwicklung der Wiesen auf den feucht-nassen Anmoorböden im Frühjahr stark verzögert ein.

## 3 Methoden

Zur Dokumentation der Wiesenvegetation und ihrer Veränderungen sind über das Niedermoor verteilt Dauerbeobachtungsflächen in extensiv und intensiv genutzten Wiesen angelegt worden. Dabei wurde versucht, ein möglichst breites ökologisches Spektrum von mageren bis reichen bzw. trockenen bis nassen Standorten zu erfassen. Da die einzelnen Wiesen durch ehemalige bzw. noch instand gehaltene Entwässerungsgräben gut voneinander abgrenzbar sind, bot es sich an, die Dauerbeobachtungsflächen als Transekte von Gräben zu Gräben



quer zur Längsausdehnung der Wiesen anzulegen. Die Transekte sind 2 m breit und je nach Breite der Wiese in 3 bis 10 zwei x zwei m große Teilflächen gegliedert.

In jeder Teilfläche wurden die Deckungsanteile jeder Gefäßpflanzenart vor dem 1. Schnitt so genau wie möglich geschätzt, ohne dabei einer bestimmten Skala zu folgen. Die Moose spielen sowohl von der Menge als auch von der Artenvielfalt her nur eine untergeordnete Rolle. Die intensiv genutzten Wiesen mußten 1995 schon Mitte Mai, z.T. noch vor dem Ährenschieben der Gräser aufgenommen werden, weil der 1. Schnitt dieser Flächen zur Silageherstellung dienen sollte. Aus 1992 liegen nur Aufnahmen vor dem 2. Schnitt vor. Die extensiv bewirtschafteten Flächen konnten wegen der Bewirtschaftungsauflagen meist in der ersten Juniwoche aufgenommen werden.

Die Bodenuntersuchungen wurden 1990 und 1994 nur in den oberen 0 - 10 cm durchgeführt. Aus 1988 liegen Analysen aus 0 - 10, 10 - 20 und 20 - 30 cm Bodentiefe vor, deren Veränderungen in einer späteren Phase überprüft werden sollen. 1988 wurden auf beiden Seiten der Transekte je 10 Teilproben entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. 1990 und 1994 wurden aus je 5 Einstichen 4 Mischproben hergestellt und diese getrennt untersucht.

Als besonders aussagekräftig für den Trophiegrad der Böden und seinen Zusammenhang mit der jeweiligen Wiesenvegetation haben sich 1988 die folgenden Bodenanalysen bewährt. Sie wurden 1994 und teilweise auch 1990 erneut durchgeführt.

pH-Wert in Wasser und 1n KCl.

Effektive Kationenaustauschkapazität ( $AK_{\text{eff}}$ ) in 1n  $NH_4Cl$ -Auszug (RUNGE 1983).

Austauschbarer Gehalt an Phosphat ( $P_{\text{AI}}$ ) im Ammoniumlaktat-Essigsäure-Auszug (SCHLICHTUNG et al. 1995).

Leider konnten aus Kostengründen und des hohen Zeitaufwandes wegen keine Untersuchungen zur Mineralstickstoff-Nachlieferung in den Moorböden durchgeführt werden. Einige der auffälligen floristischen Unterschiede zwischen den gedüngten und ungedüngten Wiesen dürften am engsten mit der Verfügbarkeit von Mineralstickstoff, insbesondere Nitrat, korrelieren und auch ursächlich davon geprägt werden.

#### 4 Wiesenvegetation und ihre Veränderungen

Das meiste Grünland im Scheidelberger Woog wird heute als 2-schürige Wiese genutzt. Die früher vorhandenen Viehweiden sind brachgefallen oder werden als Wiesen weiter genutzt. Der erste Schnitt der gedüngten Flächen wird häufig schon Mitte Mai zur Silageherstellung durchgeführt. Die in das Grünland-extensivierungsprogramm (FUL 2) eingebrachten Wiesen dürfen nicht gedüngt und nicht vor dem 15. Juni gemäht werden. Die zwischen den Parzellen

verlaufenden Entwässerungsgräben können jedoch regelmäßig gereinigt und funktionstüchtig erhalten werden.

Bei guter Düngung sind auch auf den Nieder- bzw. Anmoorböden Grünlandgesellschaften entstanden, die Fuchsschwanz-Glatthaferwiesen sehr ähneln und nur noch vereinzelt Arten von Naßwiesen enthalten. Beispiele hierfür sind die Wiesen Nr. 3, 8, 12 und 13 in Tab.1 und 2. Die in das Extensivierungsprogramm eingebrachten Flächen waren schon von Beginn an magerer und z.T. auch sehr naß. Auf ihnen wachsen überwiegend *Calthion*-Gesellschaften, die sich dem *Senecioni-Brometum racemosi* (Wassergreiskraut-Traubentrespen-Wiese) zuordnen lassen (Tab.1 und 2). Darin gewinnen stellenweise Herden der Waldbinse (*Juncus acutiflorus*), der Kammsegge (*Carex disticha*), der Sumpfschilf (*Carex acutiformis*) oder des Seegrases (*Carex brixoides*) die Vorherrschaft. Gelegentlich finden sich auf mageren Sanden auch Rotschwengel-Straußgras-Rasen (*Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Ges.). Nur an wenigen Stellen kommen noch Pfeifengraswiesen (*Molinion*-Ges.) mit Übergängen zu basenarmen Kleinseggen-Rieden (*Caricion nigrae*) vor (Tab.1 und 2; Aufn.18).

Die Vegetationsaufnahmen entlang der Transekte auf den gedüngten und ungedüngten Wiesenparzellen wurden durch Mittelung der Deckungsgrade der Arten auf den jeweils unterschiedlich vielen Teilparzellen zusammengefaßt.

Diese mittleren Deckungsgrade der Arten sind für die Aufnahmen der Jahre 1989 und 1995 in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt. Die Reihenfolge der Aufnahmen entspricht einem aus der floristischen Zusammensetzung der Wiesen im Jahr 1989 abgeleiteten Trophiegradienten. Dieser Gradient scheint sich bis 1995 nicht wesentlich verändert zu haben und wurde deshalb beibehalten.

Die Anordnung der Arten in verschiedenen Differentialartengruppen soll diesen Gradienten deutlich machen. Sie wurden überwiegend aus der Zusammensetzung der Wiesen im Jahr 1995 abgeleitet.

Die Gruppe D1 setzt sich aus Arten zusammen, die in gedüngtem Grünland eine weite Verbreitung haben. Beim Vergleich zwischen 1989 und 1995 fällt auf, daß mit Ausnahme des Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) fast alle Arten an Deckung verloren haben. Besonders auffällig ist dies beim Weißklee (*Trifolium repens*) und beim Kammgras (*Cynosurus cristatus*). Ihre höchsten Deckungsgrade haben noch weitere Arten in diesem Teil der Tabelle, die wegen ihrer insgesamt hohen Stetigkeit erst in der Gruppe der im Grünland weit verbreiteten Arten am Ende aufgeführt werden. Hierzu gehören der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) und die Gemeine Risse (*Poa trivialis*). Die Schwerpunktbildung dieser Arten auf den reicheren Standorten hat sich bis 1995 noch verstärkt und auf weitere Arten ausgedehnt. So kommen 1995 auch der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*), die Wiesenrispe

(*Poa pratensis*) in den gedüngten Wiesen (lauf. Nr. 1 - 4) mit wesentlich höheren Deckungsgraden vor als in den ungedüngten.

Die Gruppe D2 faßt Arten des Magergrünlandes zusammen, die in bezug auf den Wasserfaktor eine sehr weite Amplitude besitzen und den gedüngten Wiesen fehlen. Ihr Anteil an der Vegetationsdecke hat sich zwischen 1989 und 1995 nicht grundlegend verändert. Einige Arten sind etwas seltener geworden bzw. haben an Deckung eingebüßt wie das Gänseblümchen (*Bellis perennis*) und der Kleine Kappertopf (*Rhinanthus minor*). Andere sind zwar seltener geworden, nahmen dort, wo sie 1995 vorkamen jedoch mehr Fläche ein. Hierzu gehören die Margerite (*Leucanthemum vulgare*), das Rote Straußgras (*Agrostis tenuis*) und die Gemeine Flockenblume (*Centaurea jacea*).

Was die jeweils höchsten Deckungsgrade betrifft, so müßte man auch den Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) und den Flaumhafer (*Avenochloa pubescens*) aus der Gruppe der allgemein verbreiteten Grünlandpflanzen noch dazustellen. Sie kommen jedoch mit geringerer Deckung in fast allen Probestellen vor.

Die Gruppe D3 beinhaltet vier Arten, die an nicht zu nährstoffarme, aber nasse Grünlandstandorte gebunden sind. Sie wurden zwischen 1989 und 1995 aus den weiterhin intensiv genutzten Wiesen fast vollständig verdrängt, sind aber auch auf allen anderen Untersuchungsflächen seltener geworden und haben an Deckungsgrad verloren. Nur das Breitblättrige Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*) hatte 1995 auffällig viele große Blütenstände.

Die folgende Gruppe D4 setzt sich aus Arten überwiegend magerer Naßstandorte zusammen. Sie haben zwischen 1989 und 1995 in ähnlicher Weise abgenommen wie die Arten der Gruppe D3. Aus den meisten gedüngten Wiesen sind sie inzwischen verschwunden. Dort, wo sie noch vorkommen, haben die beiden Leguminosen, der Sumpfhornklee (*Lotus uliginosus*) und die Wiesenplatterbse (*Lathyrus pratensis*) leicht an Deckung zugenommen.

Die beiden Gruppen D5 und D6 umfassen Pflanzenarten des wechselfeuchten bis nassen Magergrünlandes. Sie fehlen jedoch in einigen bisher noch reicheren, extensiv genutzten Flächen und kommen dagegen außerdem in der Pfeifengraswiese vor. Die Änderungen ihres Vorkommens in den Probestellen sind denen der vorangehenden Gruppen sehr ähnlich. Kennzeichnend ist ihr Rückgang in den gedüngten und den reicheren Magerwiesen. Besonders auffällig ist die Abnahme der Hasensegge (*Carex leporina*). Eine geringe Zunahme seit 1989 zeigt dagegen die Hirsensegge (*Carex panicea*).

Die Sumpfsesse (D7, *Carex acutiformis*) kam 1995 nur noch in zwei Probestellen und dies auch nur randlich vor. Die Kennartengruppe der Pfeifengraswiese (D8) scheint an Deckungsgrad wesentlich eingebüßt zu haben. Dies könnte jedoch wegen des 1995 lange kalten Frühjahrs auch eine Folge der

verzögerten Vegetationsentwicklung auf dieser nassen Magerfläche sein.

In den folgenden Gruppen sind nacheinander Arten der Naßwiesen (*Molinietalia*), des Grünlandes allgemein (*Molinio-Arrhenatheretea*) und stete Wiesenbegleiter angeordnet. Auffällige Veränderungen zeigen sich in der Zunahme der Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*), des Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), des Rotschwingels (*Festuca rubra*) und des Schmalblättrigen Wegerichs (*Plantago lanceolata*) sowie in der Abnahme der Waldbinse (*Juncus acutiflorus*) und der Waldsimse (*Scirpus sylvaticus*). Die übrigen Änderungen sollen an einzelnen Beispielen und für die gedüngten und ungedüngten Wiesen getrennt anhand mittlerer Deckungsgrade der Arten dargestellt werden.

Der Vergleich von Tab.1 und Tab.2 macht es nicht leicht, die Unterschiede zwischen den ausgewählten Probestellen und die Veränderung ihrer Vegetationsdecke im Beobachtungszeitraum 1989 bis 1995 im einzelnen zu erkennen. Daher wurden in den folgenden Abb.1 bis Abb.7 einige der Ergebnisreihen graphisch dargestellt. Als Beispiele wurden je 2 Fälle der weiterhin gedüngten (Nr. 3 und 12), der feuchteren (Nr. 2 und 7) und der trockeneren (Nr. 15 und 16) ungedüngten Wiesen sowie der noch verbliebenen genutzten Pfeifengraswiese (Nr. 18) dargestellt. Hierbei werden auch die 1992 auf allen Dauerbeobachtungsflächen geschätzten mittleren Deckungsanteile wiedergegeben. Da es nicht möglich war, alle Arten graphisch zu berücksichtigen, wurden nur die Veränderungen der für alle Wiesen häufigsten Süßgräser (11), Sauergräser (5), Leguminosen (5) und Kräuter (11) dargestellt. Innerhalb jeder Gruppe wurden die Arten etwa so angeordnet, daß für magere Standorte typische links und für reiche Standorte typische rechts stehen. Hierbei gab ihr Verhalten im Untersuchungsgebiet den Ausschlag.

Die beiden während der gesamten Zeit weiterhin konventionell bewirtschafteten Wiesen und Untersuchungsflächen Nr.3 und 12 (Abb.1 und 2) wurden und werden weiterhin von Gräsern beherrscht. Daneben spielt heute nur noch der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) eine gewisse Rolle unter den krautigen Pflanzen. Die Deckungsanteile der Grasarten haben sich seit 1989 vor allem zugunsten der Gemeinen Risse (*Poa trivialis*), des Wiesenfuchschwanzes (*Alopecurus pratensis*) und zum Teil des Wiesenschwingsels (*Festuca pratensis*) verschoben. Abgenommen haben auf beiden Flächen der weniger anspruchsvolle Rotschwingel (*Festuca rubra*) und auf der Fläche Nr.12 auch sehr deutlich das Wollige Honiggras (*Holcus lanatus*). Die 1989 noch mit mäßigen Deckungswerten vertretenen Sauergräser und Leguminosen sind inzwischen weitgehend unterdrückt. Ähnliches gilt für die meisten Wiesenkräuter.

Offensichtlich wurde die bis 1989 übliche Bewirtschaftungsart nicht beibehalten, sondern es wurde versucht, die Produktion der verbliebenen Wirt-

Tabelle 1

## Vegetation der Dauerbeobachtungsflächen im Scheidelberger Woog 1989

|                              |             |   |       |
|------------------------------|-------------|---|-------|
| Transekfläche-Nr.            | 3 12 8 13   | 6 2 9 10 15 26 7 17 16 11 1 25 5 24       | 18    |
| Deckung Krautschicht         | 86 94 88 90 | 90 83 72 85 86 83 92 83 86 88 83 76 86 91 | 77    |
| mittlere Höhe in cm          | 40 43 34 41 | 45 42 39 42 40 38 42 43 46 39 54 39 40 53 | 40    |
| Deckung Streuschicht         | 72 54 37 63 | 18 36 74 91 70 18 43 73 65 82 63 89 85 72 | 92    |
| Aufnahme-Tag                 | 24 23 23 23 | 4 4 5 29 6 4 29 6 12 29 13 12 5 5         | 20    |
| Aufnahme-Monat               | 5 5 5 5     | 6 6 6 5 6 6 5 6 6 5 6 6 6 6               | 6     |
| Artenzahl/Teilfläche         | 23 31 29 29 | 34 33 30 34 38 36 41 34 42 33 43 34 28 30 | 35    |
| Artenzahl/Transekt           | 37 48 47 51 | 48 52 45 62 61 46 53 53 58 51 70 52 44 48 | 53    |
| Transekfläche qm             | 28 24 24 24 | 16 24 20 36 24 12 12 24 24 24 32 28 16 20 | 40 St |
| D1:                          |             |   |       |
| <i>Trifolium pratense</i>    | + 1 3 +     | 9 11 + 1 3 9 8 1 11 3 + +                 | 16    |
| <i>Trifolium repens</i>      | 2 11 7 3    | 20 6 2 3 4 23 32 4 2 1 1 + +              | 17    |
| <i>Taraxacum officinale</i>  | 1 + 8 +     | + + + + + + + + + 1                       | 13    |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | 1 . +       | . + . + . . 1 + . .                       | 6     |
| <i>Cynosurus cristatus</i>   | 1 + 2 +     | 1 16 9 1 1 4 7 2 9 1 . + 1                | 16    |
| <i>Galium mollugo album</i>  | + + 1       | . . + + . . . 1                           | 5     |
| <i>Trifolium dubium</i>      | + +         | 2 1 + + + 6 1 6 4 1                       | 11    |
| D2:                          |             |   |       |
| <i>Leucanthemum vulgare</i>  | + + .       | 2 + 1 1 + + 1 1 1 3 6                     | + 13  |
| <i>Agrostis tenuis</i>       | + + 1       | . . 1 1 + 2 7 1 + +                       | + 11  |
| <i>Centaurea jacea</i>       |             | + + 1 + + + 1 1 7                         | + 10  |
| <i>Briza media</i>           |             | . . + + . + + + . +                       | + 7   |
| <i>Bellis perennis</i>       | + +         | 1 2 2 + + 2 1 + + 1                       | + 12  |
| <i>Rhinanthus minor</i>      |             | + 7 1 9                                   | + 5   |
| D3:                          |             |   |       |
| <i>Dactylorhiza majalis</i>  |             | . + + 1 + + + +                           | + 7   |
| <i>Crepis paludosa</i>       | + + +       | 3 + + + + + 6 . + + + +                   | 1 15  |
| <i>Senecio aquaticus</i>     | 1 . +       | + + 3 4 1 1 1 + 1 4 + +                   | 14    |
| <i>Carex disticha</i>        | + 2 6 4     | 18 21 6 4 1 7 12 4 3 4 1                  | 15    |
| D4:                          |             |   |       |
| <i>Lotus uliginosus</i>      | . + + +     | 4 3 + + 6 + 2 14 6 3 3 2 3 1              | + 18  |
| <i>Lathyrus pratensis</i>    | 2 + 1       | 4 + + 3 7 1 . 2 . + 3 13 + 11             | 15    |
| <i>Carex nigra</i>           | + + +       | 4 2 16 6 1 3 3 1 1 2 1 4 2 1              | 17    |
| <i>Caltha palustris</i>      | + + 1       | 2 1 + 4 1 2 1 2 + 3 + 2                   | 14    |
| <i>Lythrum salicaria</i>     | + + +       | + + + + + . + . 1 + + +                   | . 13  |
| <i>Bromus racemosus</i>      | + + +       | 1 1 . 1 1 1 + 1 + 1 + 2                   | 4 14  |
| <i>Myosotis nemorosa</i>     | + + + +     | + + 1 1 + 1 1 + 1 1 +                     | 15    |
| <i>Galium palustre</i>       | + +         | + + + + + + + + +                         | r 11  |
| <i>Luzula multiflora</i>     |             | + + + + +                                 | + 6   |
| D5:                          |             |   |       |
| <i>Luzula campestris</i>     | + + +       | + + + + 1 + 1 1 1 + + 1 +                 | 1 17  |
| <i>Galium uliginosum</i>     | + + .       | + + + + + + 1 . + + + 1 + .               | + 15  |
| <i>Carex leporina</i>        | + 1 + 1     | 4 1 2 1 1 1 6 4 6 1 5 1                   | 1 17  |
| <i>Juncus conglomeratus</i>  |             | + + + 1 + 4 2 2                           | + 10  |
| <i>Juncus effusus</i>        | + +         | + + + . 1 + 1                             | . 7   |
| <i>Carex panicea</i>         |             | 1 + + + 1 2 10 1                          | 20 9  |
| <i>Potentilla erecta</i>     | + +         | + + + . + + +                             | 1 8   |
| <i>Succisa pratensis</i>     | + +         | + + 1 .                                   | 2 5   |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>   |             | + + 1 + +                                 | 5     |
| D6:                          |             |   |       |
| <i>Carex acutiformis</i>     |             | 1 + 3 32                                  | 4     |
| D7:                          |             |   |       |
| <i>Molinia caerulea</i>      | 1           | 1 1 1 + + + 1                             | 25 9  |
| <i>Festuca tenuifolia</i>    |             |   | 32 1  |
| <i>Carex pilulifera</i>      |             |   | 3 1   |
| <i>Nardus stricta</i>        |             | + +                                       | 4 3   |
| <i>Carex echinata</i>        |             |   | 5 1   |
| <i>Danthonia decumbens</i>   |             |   | 9 1   |
| <i>Pedicularis sylvatica</i> |             |   | 3 1   |

Fortsetzung: Tabelle 1

| Transekfläche-Nr.                   | 3  | 12 | 8  | 13 | 6  | 2  | 9  | 10 | 15 | 26 | 7  | 17 | 16 | 11 | 1  | 25 | 5  | 24 | 18 |    |    |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Naßwiesen (Molinietalia):           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i>          | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 4  | 5  | 4  | 3  | 5  | 4  | 1  | 4  | 1  | 8  | 2  | +  | 1  |    | 18 |    |
| <i>Juncus acutiflorus</i>           | 11 | 8  | 31 | 36 | 36 | 20 | 38 | 1  | 38 | 30 | 30 | 29 | 31 | 16 | 16 | 28 | 25 | 11 |    | 27 | 19 |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>        |    | +  | +  | 1  | 1  |    | 1  | 6  | 1  | +  |    | +  | 2  | 4  | 5  | 2  | 2  | 7  | +  | 16 |    |
| <i>Achillea ptarmica</i>            | +  | 1  | +  | 1  | 1  | +  |    | 2  | 1  | +  | 2  | 2  | 1  | 9  | 1  | 1  | +  | 1  |    | 18 |    |
| <i>Angelica sylvestris</i>          | 1  | +  | +  | +  | 1  | +  | +  | +  | +  | 1  | 1  | 2  | 1  | +  | +  | 2  | +  | 10 |    | 19 |    |
| <i>Scirpus sylvaticus</i>           | +  | 3  | 5  |    | 12 | 10 | 1  | 1  | 1  | 3  | +  | +  | 2  |    | 7  | 2  | 6  | 3  |    | 16 |    |
| <i>Cirsium palustre</i>             | +  |    | +  | +  | +  | +  |    | +  | +  | +  |    | +  | 1  |    | +  | +  | 2  | +  |    | 15 |    |
| <i>Filipendula ulmaria</i>          |    | 2  | 1  | +  | 1  | 1  | 1  |    |    | 2  | 2  |    | +  | +  | 2  | 1  | 3  |    |    | 13 |    |
| Grünland (Molinio-Arrhenatheretea): |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Festuca rubra</i>                | 19 | 19 | 7  | 32 | 8  | 6  | 17 | 23 | 29 | 8  | 14 | 21 | 21 | 19 | 10 | 17 | 54 | 41 |    | 19 |    |
| <i>Plantago lanceolata</i>          | +  | 4  | 6  | 8  | 7  | 12 | 10 | 3  | 4  | 15 | 7  | 6  | 8  | 5  | 1  | 4  | 11 |    |    | 18 |    |
| <i>Holcus lanatus</i>               | 13 | 23 | 9  | 5  | 14 | 16 | 9  | 9  | 13 | 5  | 9  | 13 | 10 | 11 | 13 | 10 | 8  | 18 |    | 2  | 19 |
| <i>Ranunculus acris</i>             | 15 | 4  | 7  | 5  | 7  | 5  | 3  | 3  | 11 | 5  | 4  | 5  | 4  | 9  | +  | 5  | 3  | 7  | +  | 19 |    |
| <i>Rumex acetosa</i>                | 4  | 3  | 1  | 3  | +  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 5  | 3  | 5  | 3  | 5  | 5  | 8  |    | +  | 19 |    |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>        | 3  | 4  | 3  | 5  | 6  | 11 | 7  | 3  | 10 | 5  | 4  | 7  | 10 | 4  | 7  | 8  | 7  | 3  |    | 18 |    |
| <i>Cardamine pratensis</i>          | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | +  | 1  | +  | 1  |    | 18 |    |
| <i>Ranunculus repens</i>            | 20 | 28 | 11 | 12 | 8  | 6  | 3  | 17 | 8  |    | 3  | 3  | 5  | 8  | 9  | 6  | 6  | 3  | +  | 18 |    |
| <i>Poa trivialis</i>                | 9  | 33 | 12 | 10 | 5  | 3  | 2  | 7  | 3  | 4  | 2  | 2  | 2  | 5  | 10 | 2  | 3  | 8  |    | 18 |    |
| <i>Festuca pratensis</i>            | 14 | 1  | +  | +  | 3  | +  | +  | 3  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 3  | 6  | 3  | +  | +  |    | 18 |    |
| <i>Avenochloa pubescens</i>         | +  | +  | +  | +  | 1  | 1  | 1  | +  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | +  | +  | +  | 1  |    | 18 |    |
| <i>Cerastium holosteoides</i>       | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |    | 18 |    |
| <i>Poa pratensis</i>                | +  | 1  | +  | 1  | +  | +  | +  | 1  | +  | +  |    | +  | 1  | +  | 2  |    |    | 1  | +  | 16 |    |
| <i>Vicia cracca</i>                 | +  | 1  |    | +  | 1  | +  | +  | 1  | +  |    | +  | 4  | 1  | +  | 1  | 1  | 1  | 1  |    | 16 |    |
| <i>Alopecurus pratensis</i>         | +  | 3  | +  | +  | +  |    |    |    |    | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | 1  |    | 13 |    |
| <i>Prunella vulgaris</i>            |    |    |    | +  | +  |    |    | +  | +  |    |    |    |    | +  | 1  | +  | +  | +  | +  | 10 |    |
| Begleiter:                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Ajuga reptans</i>                | +  | +  | 2  | 1  | +  | +  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | +  | 6  | 2  | 3  | 4  | 2  | 1  |    | 2  | 19 |
| <i>Carex hirta</i>                  | 1  | +  |    |    | +  |    |    | 4  | +  |    |    |    | 1  |    | 2  |    | 1  |    |    | 8  |    |
| <i>Mentha arvensis</i>              | +  |    |    |    | +  |    |    | 1  | +  | +  | +  |    | +  | +  | +  |    |    |    |    | 9  |    |
| <i>Glechoma hederacea</i>           |    | +  |    |    |    |    |    | 1  | +  |    | +  | +  |    | 2  | 1  |    | 1  |    |    | 9  |    |
| <i>Agrostis canina</i>              |    |    | +  |    |    |    |    | +  | 1  |    |    |    | 1  |    | 2  | 1  |    |    |    | 4  | 7  |

außerdem: *Sanguisorba officinalis* in 12:+, 8:5, 26:+, 7:++; *Valeriana dioica* in 10:+, 18:++; *Polygonum bistorta* in 8:+, 2:++; *Equisetum palustre* in 2:1. *Stellaria graminea* in 8:+, 10:+, 1:1, 25:++; *Arrhenatherum elatius* in 17:++; *Achillea millefolium* in 2:+, 17:+, 16:+, 18:++; *Colchicum autumnale* in 17:+, 1:2; *Trisetum flavescens* in 16:+, 24:++; *Alchemilla vulgaris* in 2:+, 7:+, 11:+, 1:1; *Saxifraga granulata* in 11:++; *Lolium perenne* in 1:+. B: *Anemone nemorosa* in 1:+, 18:1; *Lysimachia nummularia* 10:++; *Polygonum amphibium* in 13:+, 10:+, 26:1, 1:++; *Primula veris* in 13:+, 15:+, 25:+, 18:++; *Dactylis glomerata* in 2:++; *Carex pallescens* in 17:+, 16:+, 1:+, 25:+, 18:1; *Listera ovata* in 1:++; *Pimpinella major* in 2:+, 1:++; *Hypericum maculatum* in 1:++; *Equisetum arvense* in 2:1, 1:+, 18:++; *Veronica chamaedrys* in 10:1, 26:++; *Viola palustris* in 8:+, 6:+, 9:+, 7:1, 18:1; *Hydrocotyle vulgaris* in 26:+, 7:++; *Ranunculus flammula* in 12:+, 6:+, 15:+, 5:++; *Festuca arundinacea* in 12:+, 13:++; *Campanula rotundifolia* in 1:++; *Carex brizoides* in 1:17; *Frangula alnus* in 10:+, 18:++; *Hieracium umbellatum* in 18:++; *Glyceria maxima* in 8:1, 10:6; *Prunus spec.* in 3:++; *Veronica scutellata* in 15:++; *Plantago major* in 15:++; *Veronica serpyllifolia* in 11:++; *Phleum pratense* in 25:1; *Galeopsis tetrahit* in 1:++; *Sedum telephium* in 1:++; *Hypericum perforatum* in 1:++; *Viola canina* in 18:3; *Galium hircynicum* in 18:++; *Dactylorhiza maculata* in 18:++.

schaftswiesen weiter zu steigern. Auch dienten sie der Entsorgung der bei der Viehwirtschaft anfallenden Güllemengen.

Unter den düngerlos genutzten Wiesen gehören die Nr. 2 und 7 (ähnlich wie außerdem 6 und 26) zu den relativ gut mit Nährstoffen versorgten, aber gleichzeitig auch feucht-nassen Flächen mit nach Niederschlagsereignissen rasch ansteigendem Grundwasser.

Neben den Süßgräsern Kammgras, Ruchgras, Rot-schwengel und Honiggras sind hier sehr wohl auch Sauergräser wie Waldbinse (*Juncus acutiflorus*) und Zweizeilige Segge (*Carex disticha*) sowie Kleearten und einige Kräuter an der Biomasseproduktion wesentlich beteiligt.

Im Einzelnen sind die Veränderungen der Deckungsanteile der Arten jedoch etwas unterschiedlich (Abb. 3 und 4). Die Fläche Nr. 2 scheint etwas feuchter und wüchsiger geworden zu sein, weil Waldbinse und Gemeine Risppe deutlich zugenommen, das Kammgras, das Ruchgras, der Rotklee und andere dagegen abgenommen haben. Die Mengenverschiebungen auf Fläche Nr. 7 betreffen insbesondere den Rückgang der Waldbinse und des Weißkleees sowie die Zunahme des Ruchgrases.

Beim Vergleich der Ergebnisse aus den drei Beobachtungsjahren wird jedoch auch deutlich, daß keineswegs für alle Arten ein gleichgerichteter Trend nachgewiesen werden konnte. Der Abbruch der regelmäßigen Düngung bei Fortführung der zweima-

Tabelle 2

## Vegetation der Dauerbeobachtungsflächen im Scheidelberger Woog 1995

|                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Transekfläche-Nr.    | 3  | 12 | 8  | 13 | 6  | 2  | 9  | 10 | 15 | 26 | 7  | 17 | 16 | 11 | 1  | 25 | 5  | 24 | 18    |
| Deckung Krautschicht | 89 | 86 | 88 | 91 | 91 | 86 | 91 | 77 | 85 | 85 | 80 | 77 | 74 | 79 | 75 | 75 | 80 | 86 | 79    |
| mittlere Höhe in cm  | 54 | 39 | 27 | 31 | 69 | 69 | 64 | 47 | 61 | 53 | 50 | 58 | 57 | 43 | 33 | 61 | 50 | 69 | 35    |
| Deckung Streuschicht | 15 | 18 | 46 | 41 | 40 | 48 | 43 | 36 | 54 | 60 | 60 | 79 | 78 | 68 | 75 | 71 | 70 | 65 | 88    |
| Aufnahme-Tag         | 14 | 14 | 20 | 9  | 6  | 6  | 7  | 7  | 8  | 6  | 6  | 9  | 9  | 7  | 20 | 9  | 6  | 6  | 16    |
| Aufnahme-Monat       | 5  | 5  | 5  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6     |
| Artzahl/Teilfläche   | 18 | 20 | 23 | 27 | 32 | 36 | 31 | 40 | 34 | 41 | 37 | 32 | 37 | 34 | 38 | 32 | 26 | 29 | 28    |
| Artzahl/Transekt     | 30 | 31 | 35 | 38 | 43 | 52 | 43 | 69 | 55 | 55 | 47 | 46 | 59 | 50 | 55 | 54 | 40 | 48 | 45    |
| Transekfläche qm     | 28 | 24 | 24 | 24 | 16 | 24 | 20 | 36 | 24 | 12 | 12 | 24 | 24 | 24 | 32 | 28 | 16 | 20 | 40 St |

## D1:

|                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |   |   |   |   |  |  |   |    |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|--|--|---|----|
| Trifolium pratense    | + | r | + | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 13 | 13 | + | 2 | 1 | + |  |  |   | 15 |
| Trifolium repens      | 3 | 1 | 1 | 8 | 1 | + | 2 | 2 | 1 | 7  | 6  | r | + | 1 | 1 |  |  |   | 15 |
| Taraxacum officinale  | 2 | + | 6 | + | + |   | 1 | + |   | 1  |    |   |   | 1 | 2 |  |  | 1 | 11 |
| Heracleum sphondylium | 2 |   |   | + | + |   | + |   |   | 4  | 1  | + |   | + |   |  |  |   | 9  |
| Cynosurus cristatus   |   | + |   | 1 | 1 | 1 | + | + | r |    |    |   |   | + |   |  |  |   | 9  |
| Galium mollugo album  | + | r |   | 1 |   | 4 | + | 1 |   |    |    |   |   | 1 |   |  |  |   | 7  |
| Trifolium dubium      |   |   |   |   |   |   | + | 1 |   |    |    |   |   |   |   |  |  |   | 2  |

## D2:

|                      |  |  |   |  |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |  |   |   |     |
|----------------------|--|--|---|--|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|--|---|---|-----|
| Leucanthemum vulgare |  |  | + |  | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | + |    | 2  | 11 | 2 |   |  |   | + | 11  |
| Agrostis tenuis      |  |  | 2 |  |   |   | 2 | 6 |   | r | 5  | 4  | 3  | 2 | + |  |   |   | 9   |
| Centaurea jacea      |  |  |   |  | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 10 | 1  |   |   |  |   |   | + 9 |
| Briza media          |  |  |   |  |   | + | 1 | 1 | + | r | 1  |    |    | 1 |   |  |   |   | + 8 |
| Bellis perennis      |  |  |   |  | r | 2 | 1 | + |   |   |    |    |    |   |   |  |   |   | 6   |
| Rhinanthus minor     |  |  |   |  | + |   |   |   | + | + | r  |    |    |   |   |  | r |   | 5   |

## D3:

|                      |  |  |   |   |   |   |    |   |   |   |   |    |   |   |   |  |  |   |      |
|----------------------|--|--|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|--|--|---|------|
| Dactylorhiza majalis |  |  |   |   | + | + | 1  | + |   | 2 | 1 | +  | 1 | + |   |  |  |   | 1 10 |
| Crepis paludosa      |  |  | + |   | 2 | + |    | + | + | + |   |    |   |   |   |  |  | + | 1 9  |
| Senecio aquaticus    |  |  |   |   | + |   | 1  | 5 | + | 2 | 2 |    | + | 2 |   |  |  |   | 8    |
| Carex disticha       |  |  | + | 3 |   |   | 12 | 1 | + |   |   | 16 |   |   | + |  |  |   | 7    |

## D4:

|                    |   |  |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
|--------------------|---|--|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| Lotus uliginosus   |   |  |   | 1 | 11 | 6 | 6 | 1 | 14 | 3 | 8 | 6 | 3 | 8 | 1 | 4 | 3 | 4 | r 16 |
| Lathyrus pratensis | r |  | + |   | 31 | 1 | 1 | 3 | 3  | 8 |   | 3 | r | + | 1 | 6 | 7 |   | 14   |
| Carex nigra        |   |  | 1 |   | 1  | + | 2 | 3 | +  | 1 | 2 | + | + | 1 | 1 | + | + |   | 14   |
| Caltha palustris   |   |  | + | + | 2  | + | + | 1 | +  | + | 2 |   |   |   | 6 | + | 1 |   | 12   |
| Lythrum salicaria  |   |  |   |   | 1  | + | r | 1 | r  | + |   | + |   | 1 | 1 | + | + |   | 11   |
| Bromus racemosus   |   |  |   |   | 1  | + | 3 | + | 1  | 2 | 1 | r | 1 |   | + | 2 |   |   | 11   |
| Myosotis nemorosa  |   |  | + |   |    | + | 2 | 1 |    | + |   | 1 | 1 | + | + | 1 |   |   | 10   |
| Galium palustre    |   |  | + |   | +  |   | + |   | +  | + |   |   |   |   | + | + | + |   | 8    |
| Luzula multiflora  |   |  |   |   |    | + | + | + |    | + |   |   | 1 |   | + | 1 |   | + | 8    |

## D5:

|                      |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |       |
|----------------------|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|-------|
| Luzula campestris    | r | r | + |  | + | + | + | + | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | +  | 2 | + |   | 1 17  |
| Galium uliginosum    |   |   |   |  | + | + | + | + | 2 | 1 | 1 | + | 1 | + | +  | 1 | + | + | + 15  |
| Carex leporina       | r |   | + |  |   | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | + | 1 | 1 |   | +  | 1 | 1 |   | 13    |
| Juncus conglomeratus |   |   |   |  | 1 | + | + | + | 1 | + | 1 | 1 | 3 |   | +  | 1 | 1 | + | + 13  |
| Juncus effusus       |   |   |   |  |   | + | + | + |   |   |   | + | + |   |    | + |   |   | 6     |
| Carex panicea        |   |   |   |  |   |   | + | 6 | 2 | 1 | + | 3 | 1 | 2 | 18 | + | 2 |   | 15 12 |
| Potentilla erecta    |   |   |   |  |   |   | + | + | r | r |   |   | r | + | 1  | + | + |   | 5 10  |
| Succisa pratensis    |   |   |   |  |   |   | 1 |   | + | + |   |   | 1 | + | 1  |   |   |   | 2 7   |
| Lysimachia vulgaris  |   |   |   |  |   |   | + |   |   |   | + | + |   | + | 1  |   | + |   | 6     |

## D6:

|                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |    |  |   |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|----|--|---|
| Carex acutiformis |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 | 10 |  | 2 |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|----|--|---|

## D7:

|                       |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |   |  |  |  |   |  |      |
|-----------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|---|--|------|
| Molinia caerulea      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |   |  |  |  |   |  | 11 1 |
| Festuca ovina tenuif  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |   |  |  |  | 1 |  | 7 2  |
| Carex pilulifera      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |   |  |  |  |   |  | 7 2  |
| Nardus stricta        |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  | + |   |  |  |  |   |  | 2 3  |
| Carex echinata        |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |   |  | 1 4  |
| Danthonia decumbens   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   | + |  |  |  |   |  | 1 2  |
| Pedicularis sylvatica |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |   |  |  |  |   |  | 1 1  |

Fortsetzung: Tabelle 2

| Transektfläche-Nr.                    | 3  | 12 | 8  | 13 | 6  | 2  | 9  | 10 | 15 | 26 | 7  | 17 | 16 | 11 | 1  | 25 | 5  | 24 | 18 |
|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Naßwiesen (Molinietalia):             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i>            | +  | +  | 2  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 3  | 5  | 1  | 1  | +  | 1  | 1  | +  | 1  | 18 |
| <i>Juncus acutiflorus</i>             | .  | .  | 8  | 12 | 48 | 30 | 13 | 1  | 15 | 42 | 19 | 20 | 10 | 17 | 4  | 9  | 2  | 3  | 22 |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>          | .  | 3  | 3  | 2  | 3  | +  | 10 | 9  | 10 | +  | .  | 3  | 6  | 18 | 18 | 8  | 3  | 14 | +  |
| <i>Achillea ptarmica</i>              | 1  | +  | +  | +  | 2  | +  | .  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 7  | 3  | .  | 16 | +  | .  | +  |
| <i>Angelica sylvestris</i>            | 1  | .  | .  | 1  | 2  | 1  | .  | +  | 1  | +  | 2  | 3  | 9  | 1  | 3  | 3  | +  | 1  | 2  |
| <i>Scirpus sylvaticus</i>             | +  | 1  | 4  | .  | 1  | 5  | +  | +  | +  | 1  | .  | r  | 1  | .  | 2  | 1  | 1  | 1  | 15 |
| <i>Cirsium palustre</i>               | .  | .  | +  | +  | +  | 1  | .  | +  | 1  | +  | +  | +  | 2  | +  | .  | +  | 1  | +  | 2  |
| <i>Filipendula ulmaria</i>            | .  | 1  | 1  | +  | 10 | 2  | 5  | .  | .  | .  | 7  | 1  | .  | +  | +  | 1  | 5  | 9  | 13 |
| Grünland (Molinio-Arrhenatheretalia): |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Festuca rubra</i>                  | 13 | 10 | 38 | 24 | 3  | 28 | 17 | 12 | 11 | 7  | 24 | 13 | 25 | 42 | 44 | 17 | 70 | 33 | 8  |
| <i>Plantago lanceolata</i>            | +  | 1  | 6  | 4  | 13 | 20 | 13 | 25 | 6  | 18 | 20 | 6  | 10 | 12 | 16 | 5  | 9  | 6  | +  |
| <i>Holcus lanatus</i>                 | 14 | 4  | 1  | 9  | 9  | 6  | 11 | 14 | 6  | 3  | 4  | 8  | 3  | 5  | 5  | 3  | 1  | 2  | 1  |
| <i>Ranunculus acris</i>               | 4  | 4  | 5  | 16 | 13 | 4  | 5  | 3  | 5  | 4  | 1  | 6  | 4  | 8  | 1  | 3  | 1  | 4  | +  |
| <i>Rumex acetosa</i>                  | 9  | 4  | 1  | 13 | 9  | 7  | 10 | 4  | 7  | 2  | 6  | 3  | 2  | 5  | 6  | 2  | 7  | 6  | +  |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>          | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | 3  | 1  | 6  | 7  | 18 | 15 | 1  | 1  | 7  | 5  | 11 | 1  | 3  | 1  |
| <i>Cardamine pratensis</i>            | 2  | 3  | 5  | 4  | 1  | 1  | +  | 1  | +  | 1  | 2  | +  | +  | 1  | 1  | +  | +  | +  | +  |
| <i>Ranunculus repens</i>              | 28 | 20 | 44 | 12 | 26 | 9  | 28 | 23 | 15 | 1  | 3  | 3  | 7  | 1  | 8  | 2  | 13 | 8  | 18 |
| <i>Poa trivialis</i>                  | 44 | 40 | 41 | 10 | 3  | 13 | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | +  | 1  | +  | +  | 1  | 1  | 18 |
| <i>Festuca pratensis</i>              | 10 | 10 | 4  | 14 | 7  | 3  | 5  | 4  | 1  | 3  | 4  | 2  | 2  | 1  | 7  | 3  | +  | 2  | 18 |
| <i>Avenochloa pubescens</i>           | 1  | 1  | 2  | 3  | 5  | 4  | 6  | 2  | 3  | 7  | 7  | 4  | 6  | 2  | 2  | 2  | .  | 7  | 17 |
| <i>Cerastium holosteoides</i>         | +  | +  | +  | 1  | +  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | +  | +  | 1  | 1  | 1  | .  | +  | 17 |
| <i>Poa pratensis</i>                  | 3  | 5  | 8  | 4  | +  | 1  | +  | +  | 1  | r  | .  | +  | +  | .  | 2  | +  | 1  | 1  | 16 |
| <i>Vicia cracca</i>                   | r  | +  | .  | +  | 1  | 1  | +  | 2  | +  | .  | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 16 |
| <i>Alopecurus pratensis</i>           | 34 | 15 | 3  | 4  | 2  | +  | r  | +  | 2  | .  | .  | .  | .  | 1  | +  | +  | 3  | .  | 14 |
| <i>Prunella vulgaris</i>              | .  | .  | .  | +  | +  | +  | 3  | +  | .  | .  | .  | 1  | 3  | +  | +  | .  | r  | .  | 10 |
| Begleiter:                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Ajuga reptans</i>                  | +  | +  | +  | 4  | 1  | 2  | 2  | 5  | 6  | 2  | 1  | +  | 4  | 10 | 5  | 2  | 4  | 4  | 4  |
| <i>Carex hirta</i>                    | r  | +  | .  | .  | +  | +  | r  | 4  | +  | .  | .  | .  | .  | +  | 1  | .  | .  | 2  | 10 |
| <i>Mentha arvensis</i>                | r  | r  | .  | .  | +  | .  | .  | 1  | +  | .  | .  | .  | .  | 1  | +  | +  | 1  | .  | +  |
| <i>Glechoma hederacea</i>             | .  | 2  | .  | .  | .  | .  | .  | 1  | +  | .  | .  | .  | .  | +  | .  | 2  | 2  | .  | 3  |
| <i>Agrostis canina</i>                | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | 1  | .  | .  | .  | .  | .  | 1  | .  | +  | 2  | .  | 5  |

außerden *Sanguisorba officinalis* in 12:r, 8:1, 26:1; *Valeriana dioica* in 10:+, 18:+; *Polygonum bistorta* in 2:2; *Equisetum palustre* in 2:1. *Stellaria graminea* in 10:+, 7:2, 1:+, 25:1; *Arrhenatherum elatius* in 10:+, 5:17, 24:3; *Achillea millefolium* 17:1, 16:+; *Colchicum autumnale* in 17:1, 1:3; *Trisetum flavescens* in 16:+, 24:1; *Alchemilla vulgaris* in 11:+; *Saxifraga granulata* in 11:+; *Lolium perenne* in 1:r. B: *Anemone nemorosa* in 3:+, 10:+, 1:+, 18:9; *Polygonum amphibium* in 13:+, 10:+, 26:+, 25:+; *Lysimachia nummularia* in 10:1, 11:+, 5:+, 24:+; *Primula veris* in 16:+, 1:+, 25:+, 18:+; *Dactylis glomerata* in 2:3, 15:+, 17:+; *Carex pallescens* in 16:1, 25:+, 18:1; *Listera ovata* in 16:+, 1:+, 18:+; *Pimpinella major* in 2:2, 1:r; *Hypericum maculatum* in 10:+, 1:+; *Equisetum arvense* in 10:r, 18:+; *Veronica chamaedrys* in 15:1, 26:+; *Viola palustris* in 26:+, 18:1; *Hydrocotyle vulgaris* in 7:+, 18:r; *Ranunculus flammula* in 16:r; 5:r; *Festuca arundinacea* in 8:+; *Lycopus europaeus* in 15:+; *Salix spec.* in 16:r; *Campanula rotundifolia* in 1:+, *Hypochoeris radicata* in 1:+; *Carex brizoides* in 5:3; *Frangula alnus* in 18:+; *Hieracium umbellatum* in 18:+.\*Aufn. 13: 1992 vor 2. Schnitt.

ligen Mahd pro Jahr sowie Witterungsunterschiede zwischen den Jahren haben unterschiedliche Reaktionen bei den Arten ausgelöst, die nur anhand jährlicher Deckungsschätzungen näher interpretiert werden könnten. Auf fast allen Beobachtungsflächen scheint 1992 ein besonders günstiges Jahr für den Schmalblättrigen Wegerich gewesen zu sein.

Die Wiesen Nr. 15 und 16 (Abb. 5 und Abb. 6) sind zwar nicht die trockensten der Untersuchungsreihe (dies dürfte die Fläche Nr. 10 sein), sie sind jedoch wie einige andere (Nr. 1, 5, 9, 17, 24, 25) seit 1989 deutlich wechsellückiger geworden. Hierzu könnte die regelmäßige Pflege der Entwässerungsgräben wesentlich beigetragen haben. Auf beiden Wiesen sind bzw. waren der Rotschwengel und die Waldbinse die dominanten Arten. Sie werden von weiteren Süß- und Sauergräsern sowie Leguminosen und

anderen Kräutern begleitet. Für die Fläche Nr.15 kann eine Zunahme der Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*), des Sumpfhornklee (*Lotus uliginosus*) und des Kriechenden Hahnenfußes (*Ranunculus repens*) beobachtet werden. Auf der Wiese Nr.16 haben die Gräser Kammgras, Ruchgras und Honiggras sowie alle Sauergräser und Klearten abgenommen. Insgesamt gewinnt man den Eindruck, daß eventuell aufgrund der fehlenden Düngung bzw. der Senkung des Grundwasserspiegels eine gewisse Verhagerung der Flächen zu beginnen scheint.

Einen Rest der früher weiter verbreiteten Pfeifengraswiesen repräsentiert die Dauerbeobachtungsfläche Nr. 18. Sie hat nur etwa die Hälfte ihrer Arten mit den anderen genutzten Wiesen des NSG Scheidelberger Woog gemein. Sie sind im jeweils rechten

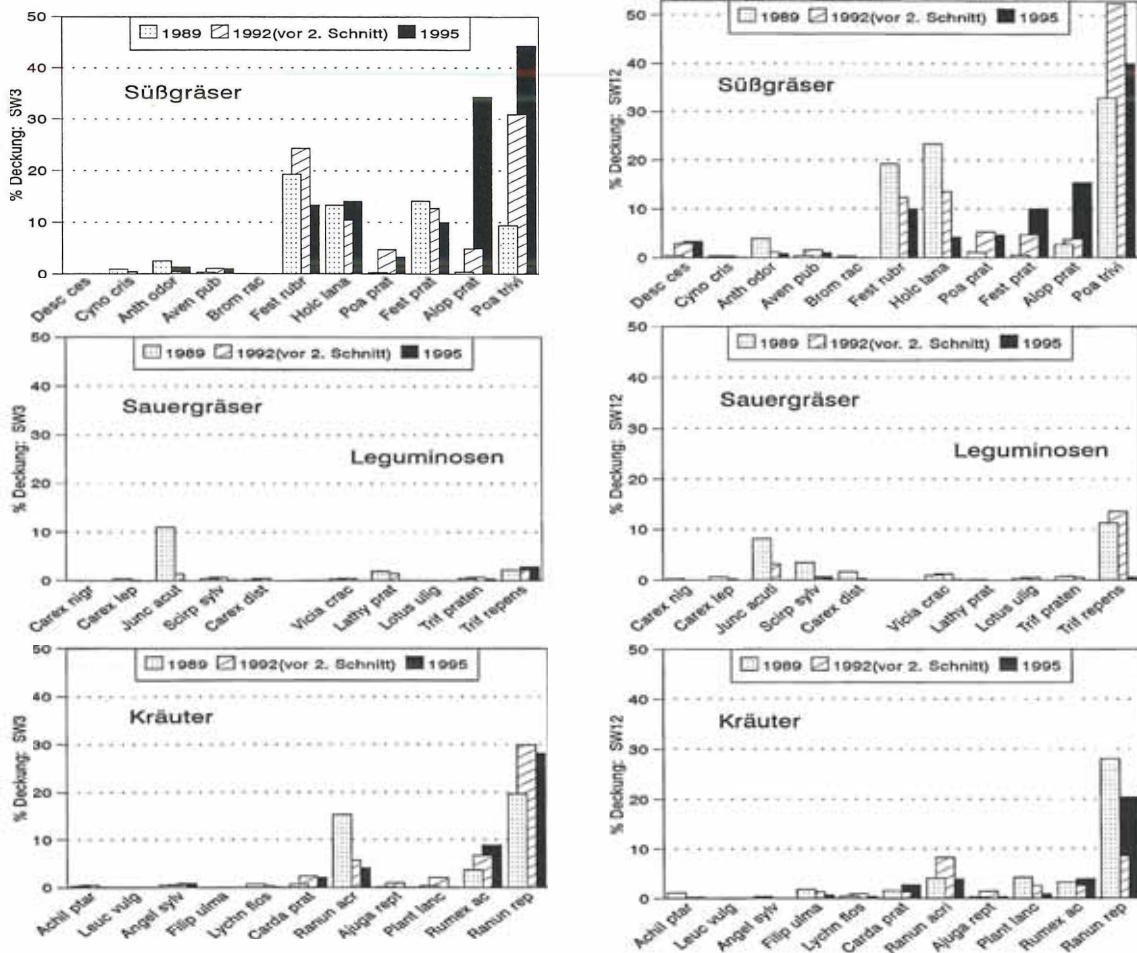


Abbildung 1 und 2

Veränderung der Deckungsanteile häufiger Süßgräser, Sauergräser, Leguminosen und Kräuter auf den Dauerbeobachtungsflächen SW 3 (gedüngt) (=Abb. 1) und SW 12 (gedüngt) (=Abb. 2) zwischen 1989, 1992 und 1995

Tabelle 3

Kennwerte der Dauerbeobachtungsflächen: Veränderungen zwischen 1989, 1992 und 1995

| Aufn. Nr.          | m <sup>2</sup> | Krautschicht in % |      |      | D | Streuschicht in % |      |      | D | Gesamt-Artenzahlen |      |      | D | Artenzahl/Teilfläche |      |      | D |
|--------------------|----------------|-------------------|------|------|---|-------------------|------|------|---|--------------------|------|------|---|----------------------|------|------|---|
|                    |                | 1989              | 1992 | 1995 |   | 1989              | 1992 | 1995 |   | 1989               | 1992 | 1995 |   | 1989                 | 1992 | 1995 |   |
| gedüngte Wiesen:   |                |                   |      |      |   |                   |      |      |   |                    |      |      |   |                      |      |      |   |
| 3                  | 28             | 86                | 90   | 89   | = | 72                | 35   | 15   | - | 37                 | 40   | 30   | - | 23                   | 22   | 18   | - |
| 12                 | 24             | 94                | 92   | 86   | - | 54                | 24   | 18   | - | 48                 | 36   | 31   | - | 31                   | 25   | 20   | - |
| 8                  | 24             | 88                | 87   | 88   | = | 37                | 45   | 46   | + | 47                 | 43   | 35   | - | 29                   | 29   | 23   | - |
| 13                 | 24             | 90                | 91   | ---  | = | 63                | 41   | ---  | - | 51                 | 37   | ---  | - | 29                   | 27   | ---  | ? |
| ungedüngte Wiesen: |                |                   |      |      |   |                   |      |      |   |                    |      |      |   |                      |      |      |   |
| 6                  | 16             | 90                | 92   | 91   | = | 18                | 26   | 40   | + | 48                 | 50   | 43   | - | 34                   | 38   | 32   | - |
| 2                  | 24             | 83                | 90   | 86   | ? | 36                | 60   | 48   | + | 52                 | 53   | 52   | = | 33                   | 38   | 36   | + |
| 9                  | 20             | 72                | 86   | 91   | + | 74                | 68   | 43   | - | 45                 | 46   | 43   | - | 30                   | 30   | 31   | = |
| 10                 | 36             | 85                | 85   | 77   | - | 91                | 45   | 36   | - | 62                 | 64   | 70   | + | 34                   | 38   | 40   | + |
| 15                 | 24             | 86                | 92   | 85   | ? | 70                | 73   | 54   | - | 61                 | 59   | 55   | - | 38                   | 38   | 34   | - |
| 26                 | 12             | 83                | 83   | 85   | = | 18                | 45   | 60   | + | 46                 | 57   | 55   | + | 36                   | 42   | 41   | + |
| 7                  | 12             | 92                | 87   | 80   | - | 43                | 41   | 60   | + | 53                 | 47   | 47   | - | 41                   | 35   | 37   | - |
| 17                 | 24             | 83                | 81   | 77   | - | 73                | 79   | 79   | = | 53                 | 49   | 46   | - | 34                   | 32   | 32   | - |
| 16                 | 24             | 86                | 87   | 74   | - | 65                | 75   | 78   | + | 58                 | 57   | 59   | = | 42                   | 41   | 37   | - |
| 11                 | 24             | 88                | 87   | 79   | - | 82                | 67   | 68   | - | 51                 | 51   | 50   | = | 33                   | 33   | 34   | = |
| 1                  | 32             | 83                | ---  | 75   | - | 63                | ---  | 75   | + | 70                 | ---  | 55   | - | 43                   | ---  | 38   | - |
| 25                 | 28             | 76                | 96   | 75   | ? | 89                | 37   | 71   | - | 52                 | 56   | 54   | = | 34                   | 33   | 32   | - |
| 5                  | 16             | 86                | 83   | 80   | = | 85                | 80   | 70   | - | 44                 | 38   | 40   | - | 28                   | 25   | 26   | - |
| 24                 | 20             | 91                | 97   | 86   | - | 72                | 58   | 65   | - | 48                 | 51   | 48   | = | 30                   | 32   | 29   | = |
| Pfeifengraswiese:  |                |                   |      |      |   |                   |      |      |   |                    |      |      |   |                      |      |      |   |
| 18                 | 40             | 77                | 81   | 79   | = | 92                | 83   | 88   | = | 53                 | 51   | 45   | - | 35                   | 33   | 28   | - |

Erläuterungen: D Differenz, = keine Änderung, + Zunahme, - Abnahme, ? fraglicher Trend.

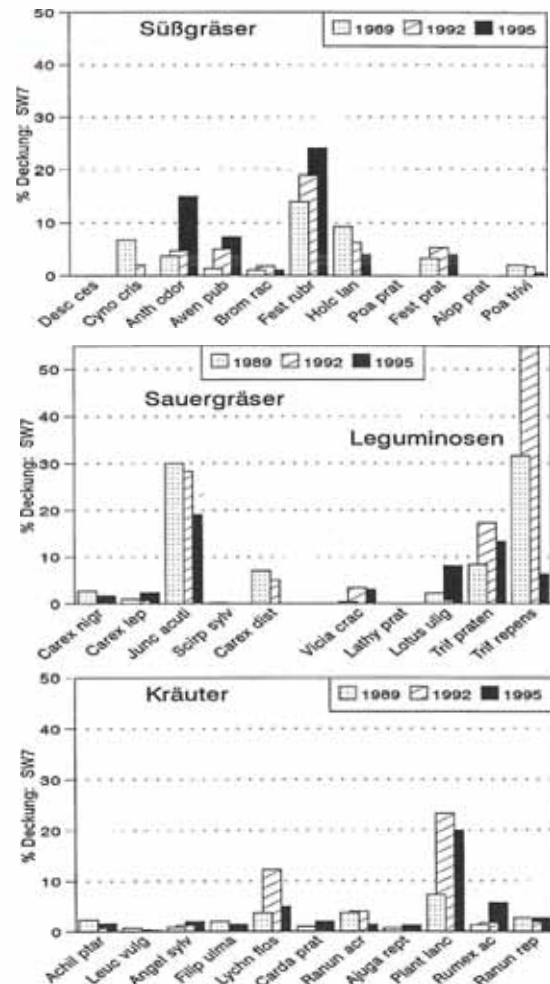
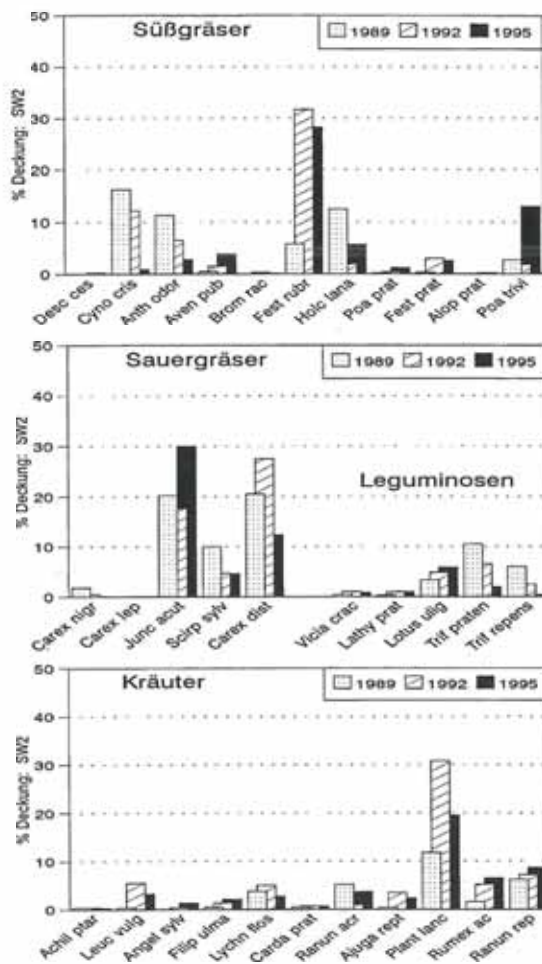


Abbildung 3 und 4

Veränderung der Deckungsanteile häufiger Süßgräser, Sauergräser, Leguminosen und Kräuter auf den Dauerbeobachtungsflächen SW 2 (ungedüngt) (=Abb. 3) und SW 7 (ungedüngt) (=Abb. 4) zwischen 1989, 1992 und 1995

Teil der drei in Abb. 7 zusammengefaßten Diagramme aufgeführt.

Die links dargestellten Säulen zeigen Pflanzenarten aus Borstgrasrasen und Kleinseggenrieden, die ansonsten meist nur an Grabenrändern anzutreffen sind. Die inzwischen regelmäßige zweimalige Mahd im Sommer und die Pflege der Entwässerungsgräben scheint diese Arten zwar nicht zu verdrängen, jedoch ihre Wuchsleistung stark zu beeinträchtigen! So sind die Deckungsanteile vieler Arten von 1989 über 1992 bis 1995 kontinuierlich zurückgegangen. Dies ist beim Schafschwingel (*Festuca tenuifolia*), beim Pfeifengras (*Molinia caerulea*), beim Dreizahn (*Danthonia decumbens*), bei der Traubentrespe (*Bromus racemosus*), bei der Igelsegge (*Carex echinata*) u.a. der Fall.

Da keine andere Art markant zugenommen hat, kann dies nicht als Folge von Konkurrenzschäden angesehen werden. Es dürfte eher eine Übernutzung der Wiese vorliegen.

Da die qualitativen und insbesondere die quantitativen floristischen Veränderungen auf den 19 Dauerbeobachtungsflächen die vielfältigen ökologischen

Bedingungen der Wiesen im Scheidelberger Woog widerspiegeln, soll im Folgenden versucht werden, den Vegetationswandel aufgrund der intensivierten bzw. aushagernden Nutzung anhand von zusammenfassenden Indikatorwerten zu beurteilen.

Hierzu werden häufig die mittleren Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1991) verwandt. Abb. 8 zeigt die mittleren nach Deckungsgraden gewichteten Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffwerte für die Vegetationsaufnahmen in 1989, 1992 und 1995. Die Reihenfolge (von links oben nach rechts unten) entspricht der Anordnung der Aufnahmen in Tab. 1 und Tab. 2. Sie sollte einen ökologischen Gradienten von reichen nach armen Standorten wiedergeben. Es lassen sich daran jedoch nur 3 Wiesengruppen deutlich unterscheiden:

1. gedüngte Fettwiesen,
2. ungedüngte magere Naßwiesen und
3. die Pfeifengraswiese mit Kleinseggen und Kennarten der Borstgrasrasen.

Der Wasserhaushalt der Wiesen ist, nach dem F-Wert zu urteilen, gleichgeblieben (Nr. 3, 12, 8, 6, 2,



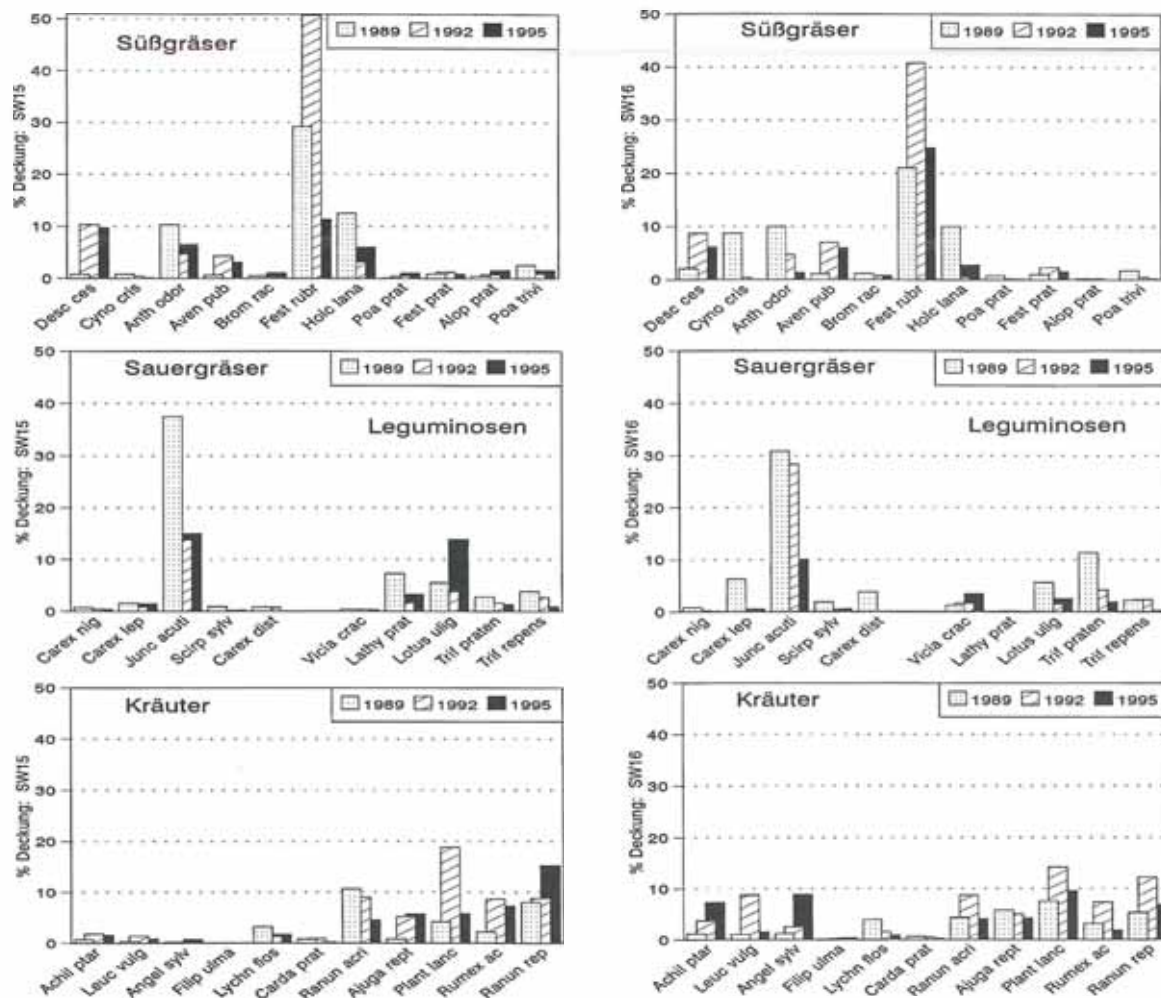


Abbildung 5 und 6

Veränderungen der Deckungsanteile häufiger Süßgräser, Sauergräser, Leguminosen und Kräuter auf den Dauerbeobachtungsflächen SW 15 (ungedüngt) (=Abb. 5) und SW 16 (ungedüngt) (=Abb. 6) zwischen 1989, 1992 und 1995

15, 7, 17, 16, 1, 25, 18) bzw. leicht trockener geworden (Nr. 3, 9, 10, 11, 5, 24). In Ausnahmefällen scheint eine Vernässung wirksam geworden zu sein (Nr. 26). Es besteht jedoch kein markanter Niveauunterschied zwischen gedüngten und ungedüngten Wiesen.

Die **Basenversorgung**, wie sie sich im R-Wert widerspiegeln soll, ist mit Ausnahme der Pfeifengraswiese (Nr. 18) relativ gut, was auch an der austauschbaren Ca- und Mg-Fraktion im Boden zu erkennen ist (Abb. 10). Die dort auffällige Verbesserung der Ca-Versorgung der gedüngten und einiger ungedüngter Wiesenflächen (insbesondere Nr. 3, 6, 7, 1) läßt sich höchstens bei Nr. 1 wiederfinden, hat wahrscheinlich jedoch eher andere Ursachen (Vorverlegung der Mahdtermine bei Aufnahme in das Biotopsicherungsprogramm).

Die **N-Zeigerwerte** der gedüngten Wiesen lagen schon 1989 meist über denen der inzwischen nicht mehr gedüngten Flächen. Wie vielerorts, und für ein

"Biotopsicherungsprogramm" von Grünland auch sinnvoll, wurden überwiegend magere Flächen mit allgemein ungünstigen Standortbedingungen für die "Extensivierungsmaßnahmen" zur Verfügung gestellt. Die N-Zeigerwerte der gedüngten Wiesen sind inzwischen noch weiter angestiegen, was insbesondere in der Zunahme an nitrophilen Gräsern und der Abnahme der Sauergräser begründet ist. Mit Ausnahme weniger Flächen (Nr. 9, 10, 11, 15) hat sich der N-Wert der ungedüngten Wiesen nicht um mehr als 0,5 Einheiten verändert.

Während die Flächen 10 und 11 ggf. als Folge einer schlechter werdenden Wasserversorgung bei an sich schon relativ großen Grundwasserflurabständen (RUTHSATZ 1990) rascher aushagern als andere, erscheinen die Flächen 9 und 5 heute besser mit Stickstoff versorgt zu sein als 1989. Dies läßt sich jedoch nicht aus der Zunahme nitrophiler Pflanzen herleiten, sondern ist eine Folge der Abnahme der Deckungsanteile aller Sauergräser auf diesen Flächen.

Die Änderungen der mittleren Zeigerwerte lassen sich daher nur in Zusammenhang mit den Verschiebungen zwischen den einzelnen Pflanzenarten sinnvoll interpretieren.

## 5 Bodenkennwerte zur Nährstoffversorgung der Wiesen und ihre Veränderungen

Die Böden der Untersuchungsflächen enthalten nach den Analysen aus 1994 in 0 - 10 cm Tiefe zwischen 6 (min. 5) und 11 (max. 13) % Kohlenstoff. Ihre C/N-Verhältnisse reichen von 12,5 bis 17,0. Da die Nährstoffanalysen zunächst nur gewichtsbezogen angegeben werden können, bedeuten diese Schwankungen eine gewisse Einschränkung für die Interpretation der Ergebnisse. Die Analysedaten aus 1988 und 1992 liegen jedoch in der gleichen Form vor.

Alle folgenden Darstellungen (Abb. 9 bis 13) geben die gemessenen Werte in der Reihenfolge wieder, die der aus der Vegetation abgelesenen Abstufung von nährstoffreich nach nährstoffarm entspricht. Sie stellen Mittelwerte aus 4 Mischproben bzw. 20 Teilproben dar.

Die in Wasser gemessenen **pH-Werte** reichen von 5,5 bis 6,5 und sind besonders auf den nicht mehr gedüngten Flächen um 0,1 bis 0,5 pH-Einheiten abgesunken (Abb. 9). Auf drei der gedüngten und einer der ungedüngten (Nr. 6) Wiesen ist der pH-Wert gleichgeblieben oder sogar leicht angestiegen. Die in 1n-KCl-Lösung bestimmten pH-Werte liegen um etwa 1 pH-Einheit niedriger (Abb. 9). Sie sind auf allen gedüngten und zwei der ungedüngten Wiesen (Nr. 6 und 26) deutlich angestiegen. Die übrigen Werte sind gleichgeblieben oder leicht abgesunken. Die in KCl gemessenen pH-Werte scheinen die Trophiereihe der Wiesenvegetation mit einigen Ausnahmen (Nr. 26, 16 und 1) in etwa widerzuspiegeln. Eine Basenanreicherung unter intensiver und eine mäßige Versauerungstendenz bei fehlender Düngung erscheint nicht ausgeschlossen.

Im einzelnen gehen die mit  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Lösung austauschbaren Kationengehalte aus den Abb. 10 bis 12 hervor. Die absolut höchsten Werte ergeben sich für **Calcium**. Seine austauschbaren Gehalte haben sich auf allen gedüngten aber auch mehreren ungedüngten Wiesenparzellen (Nr. 6, 26, 7, 16 und 1) erhöht. Dies dürfte vor allem mit einer vertraglich nicht vereinbarten "Mergelgabe" zusammenhängen. Es konnte von mir direkt beobachtet werden, daß der Parzellenstreifen damit behandelt wurde, auf denen die Flächen 6, 26, 7 und 1 liegen. Ob dies auch für die Fläche 16 zutrifft, ist mir unbekannt. Weitere Kalkungsmaßnahmen wurden von der zuständigen Landespflegebehörde ausdrücklich untersagt. Die austauschbaren Gehalte an Ca im Oberboden spiegeln den Vegetationsgradienten jedoch nicht klar wider.

Die Gehalte an mobilem **Magnesium** liegen um eine Zehnerpotenz niedriger. Sie haben auf allen gedüngten Wiesen und der Fläche 6 zugenommen. Auf den meisten ungedüngten Wiesen sind die Mg-

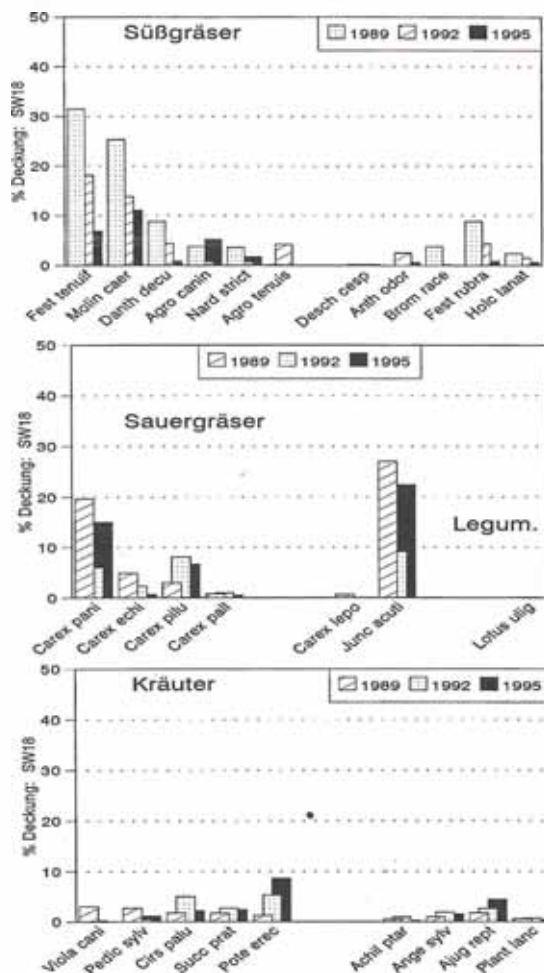
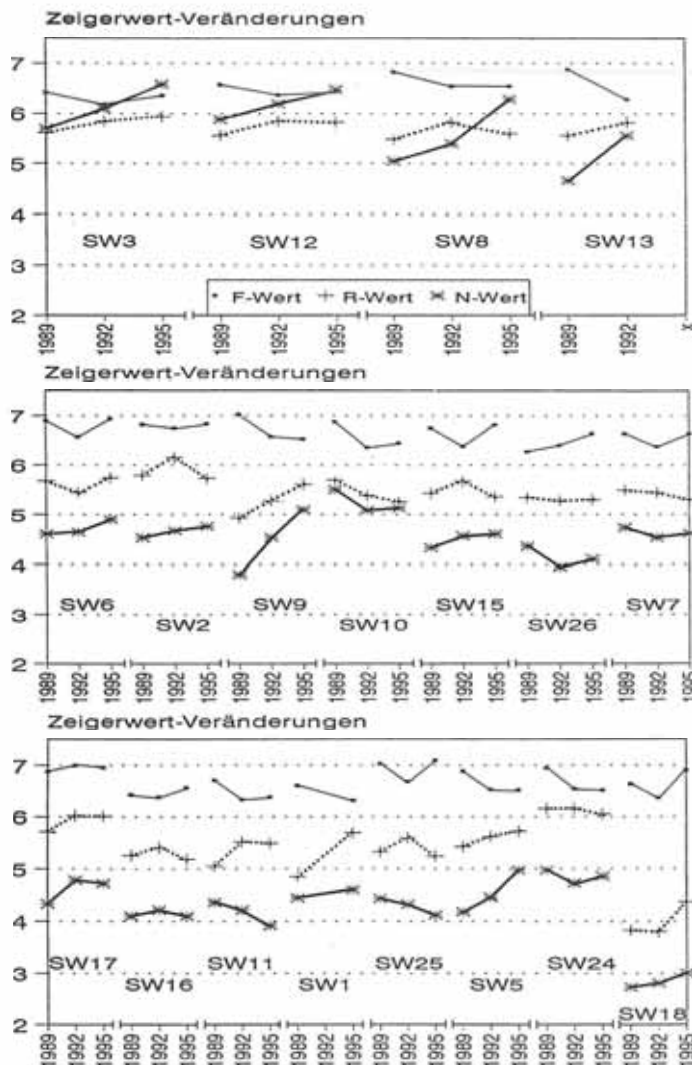


Abbildung 7

Veränderung der Deckungsanteile häufiger Süßgräser, Sauergräser, Leguminosen und Kräuter auf der Dauerbeobachtungsfläche SW 18 (Pfeifengras-Kleinsiegen-Wiese) zwischen 1989, 1992 und 1995

Werte etwa gleich geblieben, nur auf Nr. 24 und 25 haben sie gesichert abgenommen. Die beiden letzteren wurden seit 1989 erst wieder regelmäßig gemäht, so daß hier eventuell eine durch Brache bedingte Anreicherung allmählich rückgängig gemacht wird. Die Gehalte an austauschbarem Mg zeigen keinerlei Beziehung zur Trophie-Abstufung der Wiesenvegetation.

Weder aus den **Kalium**-Konzentrationen von 1988 noch denen von 1994 (Abb. 11) läßt sich eine Beziehung zum Vegetationsgradienten ablesen. Die austauschbaren K-Gehalte haben nur auf einer gedüngten (Nr. 3) und wenigen ungedüngten (Nr. 6, 26, 7) Wiesen zugenommen. Für die letzteren könnte ein Zusammenhang mit der "Mergel"-Gabe bestehen. Auf mehreren Flächen sind die K-Werte nach 6 Jahren deutlich abgesunken: Nr. 12, 13, 10, 15, 17, 11, 24 und 18. Kalium ist in diesen Torfböden relativ mobil und könnte durch die effektivere Pflege der Entwässerungsgräben mit dem Sickerwasser vermehrt ausgetragen worden sein. Insgesamt



**Abbildung 8**

**Veränderungen der mittleren Zeigerwerte für Feuchte (F), Reaktion (R) und Stickstoff (N) nach ELLENBERG et al. (1991) der Vegetation auf den Dauerbeobachtungsflächen in gedüngten und ungedüngten Wiesen zwischen 1989, 1992 und 1995**

samt am höchsten steht das Grundwasser unter der Fläche 6 an. Jedoch sind auch die Wiesen Nr. 7 und 26 sowie gelegentlich 2 und 8 lange in den Sommer hinein sehr naß. Zu ihrer wirksamen Entwässerung scheint der Vorfluter nicht tief genug zu liegen. Dies könnte die allmähliche Aushagerung bisher behindert haben.

**Natrium** spielt als Nährelement keine Rolle, ist aber vielen Mineraldüngern zu nicht unwesentlichen Anteilen beigemischt. So hat der Gehalt an austauschbarem Na im Oberboden der gedüngten Wiesen zugenommen (Abb. 11). Wie es zur Verdreifachung der Gehalte von 1988 auf den Parzellen 7 und 26 gekommen sein könnte, ist nicht bekannt. Sie liegen unmittelbar nebeneinander und gemeinsam vor einer seit langem brachgefallenen Parzelle.

In der Regel stammen höhere Na-Gehalte im Grundwasser oder im Oberboden aus dem Streusalz, das im Winter auf Straßen und Autobahnen ausgebracht wird. Die vielbefahrene Autobahn Kaiserslautern - Saarbrücken ist zwar nur wenige hundert Meter entfernt, eine direkte Einleitung der Abwässer ist jedoch nicht zu erkennen und müßte dann

auch die nahe gelegene Fläche Nr.6 mit betroffen haben.

An der **Summe aller austauschbaren Kationen** ( $AK_{eff}$ , Abb. 12) sind neben Ca, Mg, K und Na noch Mn, Fe, Al und H-Ionen beteiligt. Die Gehalte an diesen Kationensäuren sind relativ gering, zumal die pH-Werte selbst in KCl gemessen über 4,5 liegen. Die Mn-Werte schwanken auf einigen Parzellen sehr stark, weil dort Hochofenschlacke eingebracht wurde. Insgesamt spielen jedoch auch sie für die Gesamt-Austauschkapazität der Böden nur eine untergeordnete Rolle.

Die  $AK_{eff}$  hat, wie zu erwarten, auf allen gedüngten Flächen zugenommen. Gleiches gilt jedoch auch für die an sich ungedüngten Wiesen Nr. 6, 7 und 16. Die Abnahme der  $AK_{eff}$  auf den Flächen 10, 17, 11, 25, 24 und 18 steht im Zusammenhang mit der Aushagerung bei wirksamerer Drainage (10, 11) und geregelter zweimaliger Mahd früher unregelmäßig genutzter bzw. zeitweise brachgefallener Parzellen (17, 24, 25). Eine Beziehung zwischen Wiesenvegetation und Kationenaustauschkapazität der Oberböden ist an den vorliegenden Ergebnissen nicht abzulesen.

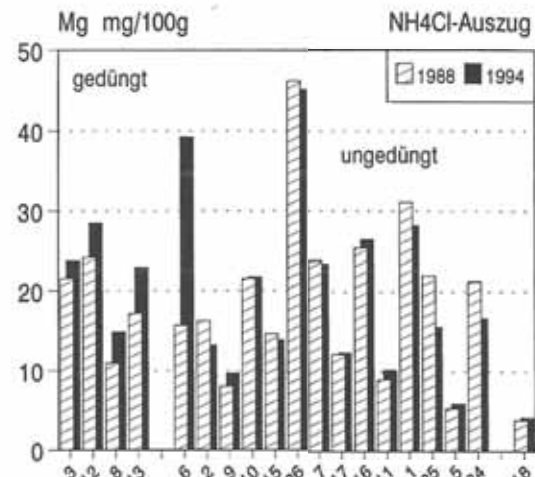
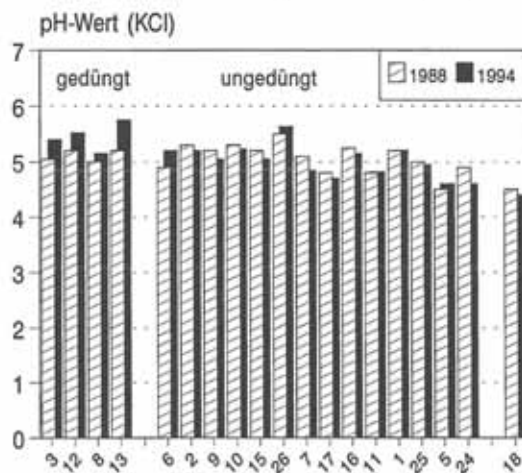
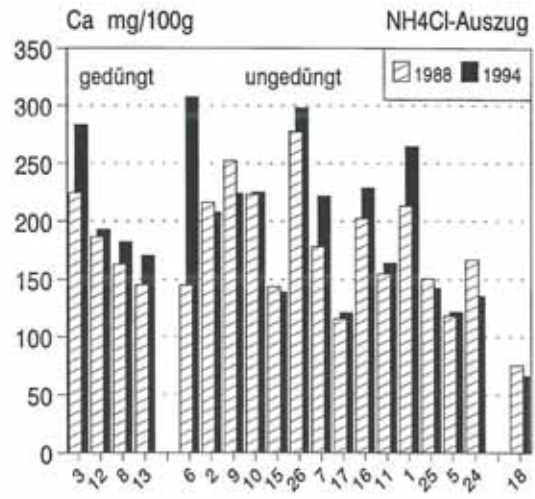
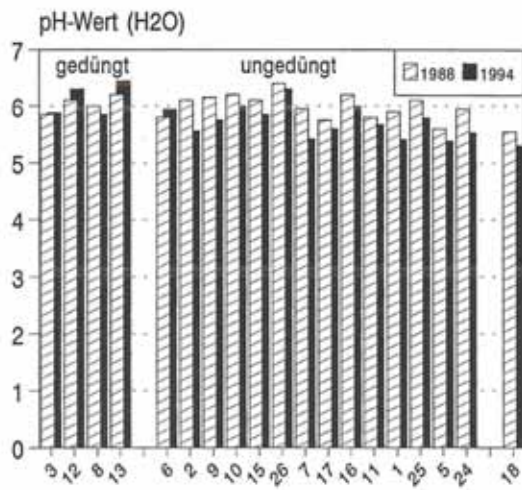


Abbildung 9 (oben li.):

**PH-Werte der Oberböden (0-10 cm) der Dauerbeobachtungsflächen in gedüngten und ungedüngten Wiesen des Scheidelberger Woogs**

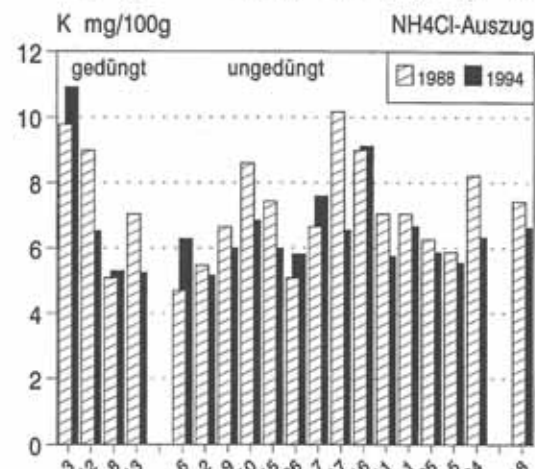


Abbildung 10 (oben re.):

**Gehalte an austauschbarem Calcium und Magnesium (NH<sub>4</sub>Cl-Extrakt) in den Oberböden (0-10 cm) der Dauerbeobachtungsflächen in gedüngten und ungedüngten Wiesen des Scheidelberger Woogs**

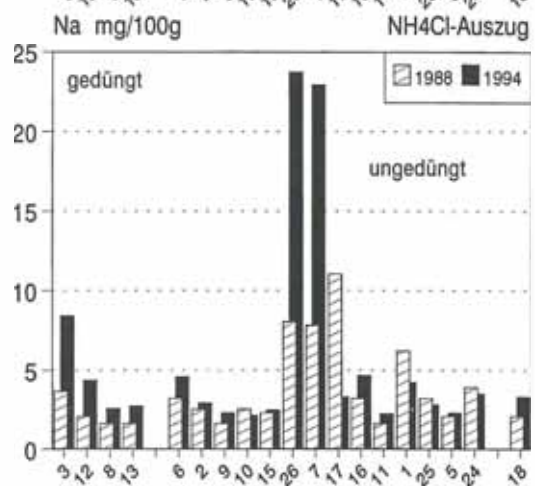


Abbildung 11 (unten):

**Gehalte an austauschbarem Kalium und Natrium (NH<sub>4</sub>Cl-Extrakt) in den Oberböden (0-10 cm) der Dauerbeobachtungsflächen in gedüngten und ungedüngten Wiesen des Scheidelberger Woogs**

Um Hinweise auf die pflanzenverfügbare **Phosphat**-Fraktion im Boden zu bekommen, wurden Extrakte mit Ammoniumlaktat-Essigsäure analysiert, die nachweislich höhere Werte ergeben als die Ausschüttelung mit Calciumlaktat (LUFA). Diese Bestimmung wurde auf einigen Wiesen auch 1990 durchgeführt. Auf allen vier gedüngten Vergleichswiesen hat der Gehalt an mobilem Phosphat deutlich zugenommen. Dazu kommt wiederum die Fläche 6, die offensichtlich ähnlich wie Nr. 7 und auch 8 zwischenzeitlich höhere Gehalte aufweisen. Auf allen anderen ungedüngten Probestellen hat der Gehalt an austauschbarem Phosphat sehr deutlich abgenommen. Wie schon zu Beginn der Untersuchungen gezeigt (RUTHSATZ 1990), spiegelt die P-Versorgung der Böden die Trophieabstufung der Wiesen am klarsten wider. Diese Beziehung ist mit den Analysen von 1994 noch eindeutiger geworden. Die P-Verfügbarkeit dürfte zunehmend ins Minimum der Mineralstoffernährung der Pflanzendecke kommen. Eine direkte Verhagerung der Flächen durch zweimalige Mahd ohne Ausgleichsdüngung kann nicht ausgeschlossen werden. Durch die stellenweise verbesserte Entwässerung können die mobilen Nährstoffe auch verstärkt ausgetragen werden.

## 6 Diskussion der Ergebnisse

Ziel der "Extensivierungsmaßnahmen" im Grünland des NSG Scheidelberger Woogs kann nicht die großflächige Wiederherstellung von Pfeifengraswiesen, Borstgrasrasen und Kleinseggenrieden sein. Dies ist schon deshalb nicht möglich, weil die dafür typischen Standortbedingungen nicht wieder geschaffen werden können. Auch wenn eine Wiedervernässung des Gebietes durchsetzbar wäre, so könnten schon aufgrund der nutzungsbedingten Bodenveränderungen (stark fortgeschrittener Abbau und Vererdung der Torfe, künstliche Einbringung von basenreichen Substraten) die dazu notwendigen Nährstoffverhältnisse nicht wieder hergestellt werden. Außerdem ist nicht damit zu rechnen, daß das dafür geeignete Samenpotential noch flächendeckend im Boden vorhanden ist (PFADENHAUER & MAAS 1987, BAKKER 1989, KRETSCHMAR 1994, WILLEMS 1995).

Allerdings finden sich an den Wiesenrändern bzw. auf den Grabenschultern noch deutlich vermehrt Arten aus entsprechend mageren Feuchtgrünlandgesellschaften (KONRAD & RUTHSATZ 1993). Hierzu gehören z.B. *Succisa pratensis*, *Molinia caerulea*, *Danthonia decumbens*, *Nardus stricta*, *Valeriana dioica*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Carex div. spec.* u.a.. Bisher ist es ihnen jedoch nicht gelungen, in die nicht mehr gedüngten Wiesen wieder vorzudringen. Bei regelmäßiger zweimaliger Mahd dürfte ihnen dies auch nicht möglich sein.

Als realistisches und sinnvolles Ziel von Biotopsicherungsmaßnahmen für die noch genutzten Grünlandflächen in diesem Restgebiet des Landstuhler Bruchs sollte daher die Erhaltung von artenreichen, mageren bis mäßig reichen *Calthion*-Gesellschaft-

ten gelten. Dies kann jedoch nur erreicht werden, wenn das Grundwasser nicht zu stark ansteigt, so daß die Wiesen zu den notwendigen Terminen im Jahr befahrbar bleiben und Landwirte bereit sind, die Flächen weiterhin zu nutzen sowie das Mahdgut in sinnvoller Weise verwerten können (ELSÄSSER 1993).

Da der betroffene Landwirt sich bereit erklärt hat, auf den bisher dafür vorgesehenen Flächen weiter nach den Vorschriften des FUL-2-Programms zu wirtschaften, ist dies zumindest für die nächsten 5 Jahre gewährleistet.

Im Untersuchungsgebiet ist das eingetreten, was allgemein beobachtet und auch im Zusammenhang mit den Biotopsicherungsprogrammen erwartet werden konnte. Während von den Standortvoraussetzungen her ungünstige Flächen entweder brachfallen oder wie hier im Rahmen von Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes unter einschränkenden Auflagen weiter bewirtschaftet werden, nimmt auf den übrigen Flächen die sog. "Intensivierung" weiter zu. Dies ist an der Artenverarmung und den steigenden Nährstoffvorräten der gedüngten Wiesen 3, 8, 12 und 13, wovon bisher nur die jeweils mobilen Fraktionen bestimmt wurden, deutlich abzulesen.

Demgegenüber scheint es sich abzuzeichnen, daß die Niedermoorböden bei zweimaliger Mahd und fehlender Düngung allmählich aushagern. Auf den meisten der ungedüngten Flächen läßt sich dies an Proben aus dem Oberboden (0-10 cm) für Phosphat, auf vielen für Kalium und einigen auch für Calcium und Magnesium sicher nachweisen. Die mittleren Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1991) ließen dies jedoch nicht eindeutig erkennen. Vergleicht man die Gehalte an austauschbarem P in den Böden des NSG Scheidelberger Woog mit den bei KUNTZE (1984) angegebenen Versorgungsstufen für diese Nährstoffe in Moorböden, so zeigt sich, daß 1988 die Gehalte im Oberboden aller untersuchten Wiesen als "sehr hoch", "hoch" oder zumindest "mittel" eingestuft werden konnten.

1995 hat sich die P-Versorgung der gedüngten Flächen sogar noch verbessert ("sehr hoch", "extrem hoch"), während sie bei den ungedüngten fast durchgehend abgesunken ist, für mehr als die Hälfte sogar auf die Stufe "niedrig". Für die Pfeifengraswiese gilt, daß sie von "niedrig" auf "mangelhaft" abgesunken ist. Wahrscheinlich ist die P-Ernährung sogar noch etwas schlechter, weil mit Ammoniumlaktat-Essigsäure mehr mobiles Phosphat extrahiert wird als mit der üblichen Calciumlaktat-Methode. Nach den gleichen Berechnungen ergeben sich für die K-Gehalte die Versorgungsstufen "hoch" bis "mittel", wobei kein eindeutiger Unterschied zwischen gedüngten und ungedüngten sowie zwischen den Jahren 1988 und 1995 nachgewiesen werden konnte.

Die Möglichkeit zu einer relativ raschen (hier nach 6 Jahren!) Aushagerung der Böden von ehemaligen Niedermooren wurde inzwischen schon mehrfach

Abbildung 12

Effektive Kationen-Austauschkapazität (NH<sub>4</sub>Cl-Extrakt) der Oberböden (0-10 cm) der Dauerbeobachtungsflächen in gedüngten und ungedüngten Wiesen des Scheidelberger Woogs

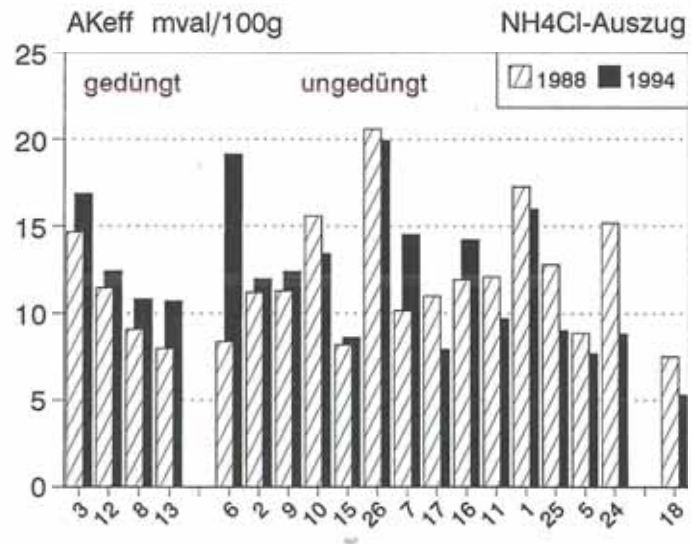
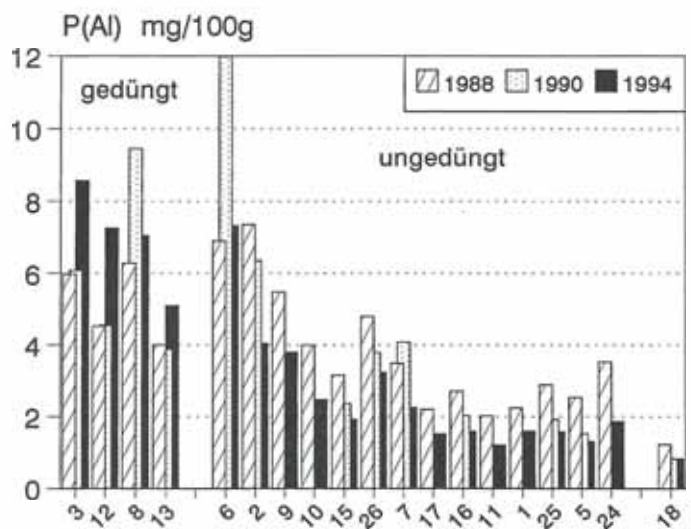


Abbildung 13

Gehalte an austauschbarem Phosphat (NH<sub>4</sub>-Laktat-Essigsäure-Auszug) in den Oberböden (0-10 cm) der Dauerbeobachtungsflächen in gedüngten und ungedüngten Wiesen des Scheidelberger Woogs



dargestellt (SCHIEFER 1984, BAKKER 1989, KAPFER 1988 u. 1994, OLFF & BAKKER 1991, BAKKER & OLFF 1994, u.a.). Dieser Nachweis wurde meist anhand der floristischen Veränderungen der Wiesen, der Abnahme der Heuerträge sowie der Nährstoffgehalte und -entzüge mit dem Mahdgut erbracht. Auf leichten Sandböden war es jedoch auch anhand sinkender Nährstoffgehalte im Boden (OOMES & MOOI 1985 u.a.) möglich. Zumindest für Phosphat und Kalium scheint dies für die sandigen Anmoorböden im Scheidelberger Woog auch zu gelingen.

Wie allgemein hervorgehoben, läßt sich das Niveau der Nährstoffversorgung von Grünland am besten anhand von Pflanzenanalysen einschätzen. Dies trifft auch für die Probestellen im Scheidelberger Woog zu (RUTHSATZ in Vorbereitung).

Bei den oben zum Vergleich genannten Untersuchungen war eine solche Aushagerung das zunächst vorrangige Ziel der Extensivierungsmaßnahmen zur Regeneration von magerem Feucht- und Naßgrünland. Welche der Hauptnährstoffe dabei zu die Wuchsleistung der Wiesen vorrangig begrenzenden

Faktoren wurden, war unterschiedlich. Bestimmend sind dafür die allgemeinen Sorptionskapazitäten der Böden, die Nachlieferung bzw. die Vorräte an Nährstoffen aus natürlichen Einträgen (Atmosphäre, Sickerwasser, Überflutungen usw.) und die ehemalige Düngung.

Während EGLOFF (1983) nachweist, daß in Schweizer Streuwiesen Phosphor den entscheidenden Minimumfaktor darstellt, betont KAPFER (1988, 1994), daß es auf den meisten von ihm untersuchten Niedermoorstandorten das Kalium sein müsse. Im Scheidelberger Woog spiegelte sich der Trophiegradient der Wiesenvegetation nicht in den austauschbaren Kalium-, sondern den Phosphatgehalten der Oberböden am deutlichsten wider. OLFF et al. (1994), OLFF & PEGTEL (1994) und BAKKER & OLFF (1994) legen überzeugend dar, daß bei den ersten Aushagerungsschritten nach intensiver Düngungsperiode Stickstoff und Kalium für die anspruchsvolleren Arten der Fettwiesen zunächst ins Minimum geraten, während mit abnehmendem Nährstoffniveau und längeren Aushagerungsphasen Phosphormangel zusätzlich oder auch

überwiegend wirksam wird. Im Scheidelberger Woog scheint das letztere Stadium erreicht zu sein, wobei neben dem Entzug mit der Ernte auch die Entwässerung und gleichzeitig sinkende Basenversorgung verstärkend wirken könnten (SCHEFFER 1977).

Da im Scheidelberger Woog jedoch nicht die Auslagerung und Regeneration, sondern die Erhaltung der vorhandenen Feucht- und Naßwiesen im Vordergrund steht, muß die Wirkung einer solchen Auslagerung auf den vorhandenen Artenbestand kritisch betrachtet werden. Schon jetzt scheint klar, daß die seggenreiche Pfeifengraswiese (Nr. 18) durch die wohl meist zweimalige Mahd übernutzt wird. Ein einmaliger Schnitt im späteren Sommer zu witterungsbedingt wechselnden Terminen dürfte ausreichen, um die lichtliebenden, wenig produktiven Pflanzen dieser Fläche konkurrenzkräftig zu erhalten.

Da nicht jährlich, sondern nur alle drei Jahre Vegetationsaufnahmen gemacht werden konnten, ist nicht klar, ob die beobachteten Veränderungen längerfristige Entwicklungen anzeigen oder nur witterungsabhängige Populationsschwankungen darstellen. Aus vielen Untersuchungen an Wiesen geht klar hervor, daß insbesondere Wassermangel im Sommer zu deutlichen, aber vorübergehenden Verschiebungen der Mengenanteile der Arten führen kann (STAMPFLI 1995, BAKKER 1989, KAPFER 1994 u.a.).

Anhand von Niederschlagsdaten (Abb. 14) einer unmittelbar benachbarten Wetterstation (Bruchmühlbach) wird deutlich, daß das Frühjahr 1992 (April und Mai) deutlich trockener als im langjährigen Mittel (1951-1980) gewesen ist, wobei auch der vorangegangene Sommer und Winter überdurchschnittlich wenig Niederschläge gebracht hatten. Dies dürfte zu merklich niedrigeren Grundwasserständen und damit zeitweisem Wassermangel für die Feuchtwiesenvegetation im Scheidelberger Woog geführt haben. Dagegen fielen in den Wintern 1993 bis 1995 sowie im Frühjahr 1995 deutlich mehr Niederschläge als im Mittel. Noch im Juni 1995 waren viele Entwässerungsgräben hoch mit Wasser eingestaut. Im Jahr 1989, zu Beginn der Untersuchungen, entsprachen die Werte etwa dem langjährigen Mittel.

Auch wenn die an den Monatsmittelwerten ablesbaren Temperaturverhältnisse der weiter westlich gelegenen Klimastation Bad Homburg/Saar (Abb. 15) nicht die Temperaturen im Scheidelberger Woog direkt wiedergeben, so erscheinen die Unterschiede zwischen den Untersuchungsjahren doch relativ gering. Die für die Vegetation bedeutsamere Wirkung der wechselnden Niederschlagsmengen auf den Wasser- und indirekt auch den Temperaturhaushalt der Böden des Feuchtgrünlandes lassen vermuten, daß einige Verschiebungen der Mengenanteile der Pflanzenarten hiermit in Zusammenhang stehen könnten.

Zur Verdeutlichung der Veränderungen zwischen der floristischen Zusammensetzung der Wiesen im Jahr 1989 und 1995 wurden die Differenzen der Deckungsgradsummen aller Arten auf allen Untersuchungsflächen gebildet, jedoch getrennt nach gedüngten und ungedüngten Wiesen und ohne die Pfeifengraswiese (Nr. 18). Die wichtigsten Unterschiede sind in Tab. 4 zusammengestellt, ergänzt durch Angaben zur Mahdverträglichkeit (BRIEMLE & ELLENBERG 1994), zur allgemeinen Änderungstendenz des Vorkommens der Arten in den westlichen Bundesländern seit ca. 1950 (Ä) sowie zu den Zeigerwerten für Stickstoff (N) und Feuchtigkeit (F) nach ELLENBERG et al. (1991). Die aufgeführten Zahlen spiegeln jedoch nur die relativen und nicht die absoluten Veränderungen wider. Arten mit sehr geringen Deckungssummen (%) wurden nicht berücksichtigt. Die Angaben beziehen sich also auf die häufigen und nicht die seltenen Pflanzen.

Auf den gedüngten Wiesen haben vor allem gut mahdverträgliche und meist nitrophile Arten zugenommen. Deckungsanteile verloren haben hier besonders Pflanzen mit geringer ( $M < 5$ ) Mahdverträglichkeit, allgemeiner Rückgangstendenz ( $\Delta < 5$ ), mäßigen bis geringen Stickstoffansprüchen ( $N = 5$ ) sowie einer Bindung an nasse Standorte ( $F > 5$ ). Zusätzlich rückläufig waren alle Leguminosen und niedrig wüchsige Arten, die von der wachsenden Massenproduktion der Gräser unterdrückt werden. In den ungedüngten Wiesen haben z.T. die gleichen, z.T. gegenläufige Veränderungen stattgefunden. Auffällig ist auch hier die Zunahme vieler Gräser, darunter auch von Magerkeitszeigern wie dem Flaumhafer, der Rasenschmiele, dem Rotschwengel, der Traubentrespe, dem Roten Straußgras und dem Zittergras. Hinzu kommt die Zunahme einer größeren Zahl von niedrig wüchsigen Kräutern und anspruchsloseren Leguminosen wie der Wiesenplatterbse, der Vogelwicke und dem Sumpfhornklee. Der Weiß- und der Rotklee haben auch auf den ungedüngten Wiesen deutlich abgenommen. Zugenommen haben jedoch auf insgesamt geringem Niveau auch einige wenig mahdverträgliche Stauden wie die Waldengelswurz, die Sumpfschafgarbe, das Mädesüß, der Blutweiderich und die Sumpfkatzdistel. Dies könnte Ausdruck zunehmend unregelmäßiger Nutzung wegen allgemein schlechter Futterqualität sein. So wurden die Wiesen z.B. im Sommer 1992 erst sehr spät gemäht. Ob dies häufiger der Fall war, ist mir nicht bekannt.

Auf den ungedüngten Wiesen haben jedoch auch mehrere Arten abgenommen. Hierzu gehören neben düngeranspruchsvolleren Pflanzen vor allem Sauergräser und Kräuter aus typischen Naßwiesen, darunter sogar deren Kennarten: Sumpfdotterblume, Sumpfpippau, Kuckuckslichtnelke und Wassergreiskraut. Überraschend ist auch der Rückgang von Pflanzen magerer Wiesen wie dem Kammgras, dem Kleinen Klappertopf, dem Gänseblümchen und anderen.

Abbildung 14

Monatliche Niederschlagssummen der Jahre 1989 bis 1995 und im langjährigen Mittel (1951-1980) der Wetterstation Bruchmühlbach

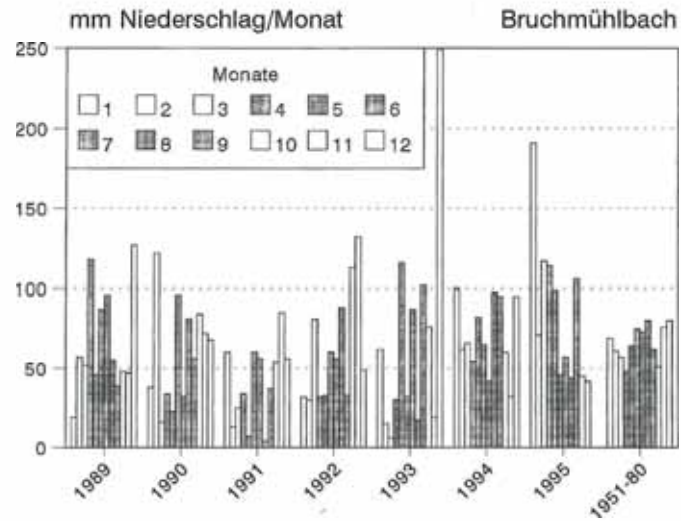
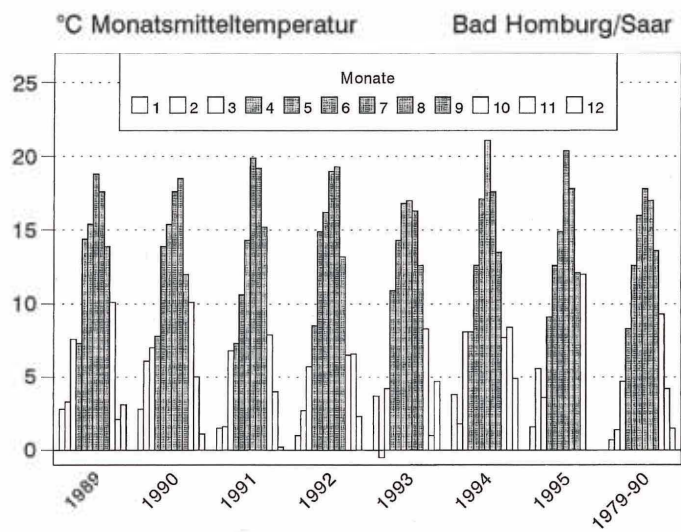


Abbildung 15

Monatsmitteltemperaturen der Jahre 1989 bis 1995 und im langjährigen Mittel (1979 - 1990) der Klimastation Bad Homburg/Saar



Einige dieser und weiterer seltenerer Arten haben nicht nur an Deckungsanteilen verloren, sondern sind aus allen oder vielen Teilflächen der Dauerbeobachtungstransekte ganz verschwunden. Besonders auffällig war dies bei dem Pfeifengras, dem Fadenklee, der Kammsegge, dem Kammgras, dem Sumpfpippau, dem Gänseblümchen, dem Sumpfeilchen, dem Kleinen Klappertopf sowie dem Frauenmantel. Diese Arten sind jedoch nicht aus den betroffenen Wiesen und keineswegs aus dem gesamten Grünlandkomplex verschwunden.

Die Ursachen für den beobachteten Rückgang vieler Pflanzen sind ohne Frage artspezifisch. Einer der Gründe dürfte im wiederholten Auftreten von Trockenjahren (1991 und 1992) und in der inzwischen effektiveren Grabenentwässerung des Gebietes liegen. Hinzu kommt, daß sich die Bewirtschaftungsweise einiger Flächen nach Beginn der Biotopsicherungsmaßnahmen 1989 etwas geändert hat. So werden die Wiesen Nr. 1, 17, 24 und 25 seitdem regelmäßiger gemäht. Sehr wahrscheinlich hat auch der Einsatz der tiefer und gleichmäßiger schneiden-

den sowie ausgefallene Samen aufsaugenden Kreiselmäher schrittweise Wirkung gezeigt.

Ob sich schon Auswirkungen der nachgewiesenen Aushagerung der Böden auf die Artenzusammensetzung der Wiesen zeigen, bleibt ungewiß. Jedoch könnte der Rückgang einiger Arten wie dem Kammgras, den Kleearten, dem Gänseblümchen und einiger anspruchsvoller Feuchtwiesenpflanzen wie der Waldsimse, der Kammsegge, dem Sumpfpippau und der Sumpfdotterblume darauf hinweisen. Es wäre allerdings verfrüht, aufgrund der vorliegenden Ergebnisse, eine Düngung wieder einzuführen bzw. zuzulassen, zumal sie in der Praxis nicht kontrolliert werden kann. Die zur Zeit praktizierte zweimalige Mahd der *Calthion*-Wiesen scheint den Erhalt ihrer floristischen Zusammensetzung bisher zu gewährleisten und ist auch für diese Gesellschaften allgemein üblich und sinnvoll (BRIEMLE 1991, SCHWARTZE 1992 u.a.). Vor Ende des zur Zeit laufenden "Biotopsicherungsvertrages" müßte die Vegetation und ihr Ernährungszustand erneut geprüft werden. Aufgrund der Ergebnisse dieser Un-



Tabelle 4

Pflanzenarten mit auffälliger Zu- und Abnahme der Deckungsanteile/Probefläche in gedüngten und ungedüngten Wiesen. M: Mahdverträglichkeit, Ä: Änderungstendenz, N: N-Wert, F: Feuchte-Wert nach ELLENBERG et al. (1991)

| Dünger:<br>Deckungszunahme(+) -abnahme(-) |   |   |   |     | mit |   | ohne |   |
|---|---|---|---|-----|-----|---|------|---|
|   | M | Ä | N | F   | +   | - | +    | - |
| <i>Zeigerwert-Zahlen:</i>                 |   |   |   |     |     |   |      |   |
| <i>Alopecurus pratensis</i>               | 7 | 5 | 7 | 6 ! | 9   |   | 6    |   |
| <i>Rumex acetosa</i>                      | 6 | 4 | 6 | x ! | 6   |   | 4    |   |
| <i>Festuca pratensis</i>                  | 6 | 5 | 6 | 6 ! | 6   |   | 4    |   |
| <i>Avenochloa pubescens</i>               | 5 | 3 | 4 | 3 ! | 6   |   | 7    |   |
| <i>Poa pratensis</i>                      | 9 |   | 6 | 5 ! | 4   |   | 1    |   |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>              | 5 | 6 | 3 | 7 ! | 4   |   | 6    |   |
| <i>Ajuga reptans</i>                      | 7 | 5 | 6 | 6 ! | 3   |   | 5    |   |
| <i>Ranunculus repens</i>                  | 8 | 5 | 7 | 7 ! | 3   |   | 4    |   |
| <i>Festuca rubra</i>                      | 9 | . | x | 6 ! | 1   | . | 2    | . |
| <i>Cardamine pratensis</i>                | 6 |   | x | 6 ! | 6   |   | 1    |   |
| <i>Poa trivialis</i>                      | 8 | 5 | 7 | 7 ! | 6   | . | 3    | . |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i>                | 4 | 5 | x | 7 ! | 2   |   | 3    |   |
| <i>Holcus lanatus</i>                     | 6 | 5 | 5 | 6 ! | 3   |   | 3    |   |
| <i>Scirpus sylvaticus</i>                 | 5 | 5 | 4 | 8 ! | 3   |   | 4    |   |
| <i>Trifolium repens</i>                   | 8 | 5 | 6 | 5 ! | 3   |   | 5    |   |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>              | 7 | 4 | x | x ! | 4   |   | 1    |   |
| <i>Myosotis nemorosa</i>                  | 5 | 3 | 5 | 8 ! | 4   |   | 1    |   |
| <i>Trifolium pratense</i>                 | 7 | 5 | x | 5 ! | 4   |   | 3    |   |
| <i>Carex disticha</i>                     | 4 | 4 | 5 | 9 ! | 4   |   | 4    |   |
| <i>Cynosurus cristatus</i>                | 7 | 4 | 4 | 5 ! | 4   |   | 5    |   |
| <i>Juncus acutiflorus</i>                 | 4 | 4 | 3 | 8 ! | 5   |   | 3    |   |
| <i>Carex leporina</i>                     | 5 | 4 | 3 | 7 ! | .   | 5 | .    | 4 |
| <i>Taraxacum officinale</i>               | 8 | 6 | 8 | 5 ! | 1   | 3 |      |   |
| <i>Angelica sylvestris</i>                | 5 | 5 | 4 | 8 ! | 2   | 3 |      |   |
| <i>Achillea ptarmica</i>                  | 4 | 3 | 2 | 8 ! | 2   | 4 |      |   |
| <i>Plantago lanceolata</i>                | 7 | 5 | x | x ! | 3   | 5 |      |   |
| <i>Filipendula ulmaria</i>                | 3 | 5 | 5 | 8 ! | 3   | 6 |      |   |
| <i>Lathyrus pratensis</i>                 | 5 | 5 | 6 | 6 ! | .   | 5 | 3    | . |
| <i>Lythrum salicaria</i>                  | 3 | 5 | x | 8 ! |     |   | 2    |   |
| <i>Cirsium palustre</i>                   | 3 | 5 | 3 | 8 ! |     |   | 2    |   |
| <i>Bromus racemosus</i>                   | 4 | 2 | 5 | 8 ! |     |   | 2    |   |
| <i>Vicia cracca</i>                       | 6 | 5 | x | 6 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Glechoma hederacea</i>                 | 8 | 5 | 7 | 6 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Leucanthemum vulgare</i>               | 6 | 5 | 3 | 4 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Luzula campestris</i>                  | 5 | 4 | 3 | 4 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Galium uliginosum</i>                  | 5 | 4 | 2 | 8 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Lotus uliginosus</i>                   | 4 | 5 | 4 | 8 ! |     |   | 4    |   |
| <i>Agrostis tenuis</i>                    | 6 | 5 | 4 | x ! |     |   | 4    |   |
| <i>Briza media</i>                        | 4 | 3 | 2 | x ! |     |   | 4    |   |
| <i>Carex panicea</i>                      | 5 | 4 | 4 | 8 ! |     |   | 5    |   |
| <i>Prunella vulgaris</i>                  | 9 | 5 | x | 5 ! |     |   | 6    |   |
| <i>Centaurea jacea</i>                    | 5 | 5 | x | x ! | .   | . | 6    | . |
| <i>Carex brizoides</i>                    | x | 6 | 3 | 6 ! |     |   | 5    |   |
| <i>Trifolium dubium</i>                   | 7 | 5 | 4 | 4 ! |     |   | 5    |   |
| <i>Rhinanthus minor</i>                   | 5 | 4 | 3 | 4 ! |     |   | 5    |   |
| <i>Bellis perennis</i>                    | 9 | 5 | 6 | 5 ! |     |   | 4    |   |
| <i>Carex acutiformis</i>                  | 4 | 5 | 5 | 9 ! |     |   | 4    |   |
| <i>Crepis paludosa</i>                    | 5 | 4 | 6 | 8 ! |     |   | 4    |   |
| <i>Carex nigra</i>                        | 4 | 4 | 2 | 8 ! |     |   | 4    |   |
| <i>Caltha palustris</i>                   | 4 | 4 | 6 | 9 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Cerastium holosteoides</i>             | 8 |   | 5 | 5 ! |     |   | 3    |   |
| <i>Senecio aquaticus</i>                  | 5 | 3 | 5 | 8 ! |     |   | 2    |   |
| <i>Agrostis canina</i>                    | 6 | 3 | 2 | 9 ! |     |   | 2    |   |
| <i>Ranunculus acris</i>                   | 6 | 5 | x | 6 ! |     |   | 1    |   |

Werte von 1995 in % von 1989  
 Klassen: 5 - 15 %: (1)  
 16 - 25 %: (2)  
 26 - 50 %: (3)  
 51 - 75 %: (4)  
 76 - 100 %: (5)  
 101 - 250 %: (6)  
 251 - 500 %: (7)  
 501 - 1000 %: (8)  
 >1000 %: (9)

tersuchungen sollte die weitere Pflegenutzung der Feuchtwiesen im NSG Scheidelberger Woog festgelegt und mit dem betroffenen Landwirt abgesprochen werden.

### Zusammenfassung

Begleitend zu vertraglich geregelter, düngerloser Wiesennutzung mit zweimaliger Mahd und Nutzung des Heus auf artenreichen *Calthion*-Wiesen im NSG Scheidelberger Woog wurden zu Beginn (1988/1989) sowie 1992 und 1994/1995 auf markierten Dauerbeobachtungsflächen Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen durchgeführt. Zum Vergleich wurden auch benachbarte, weiterhin intensiv gedüngte Wiesen mit einbezogen.

Auf den letzteren wurde die Nutzung intensiviert und damit die Artenvielfalt auf wenige schnittresistente, nitrophile Grünlandpflanzen, insbesondere Gräser, nachhaltig reduziert. Auch auf den düngerlos bewirtschafteten Feuchtwiesen traten Veränderungen in den Mengenanteilen der Arten ein, die sich nur teilweise ökologisch interpretieren ließen. Am deutlichsten zeigte sich ein Rückgang der Sauergräser und anderer typischer Naßwiesenpflanzen. Dies könnte seine Ursache in zwischenzeitlich (1991/1992) überdurchschnittlich niederschlagsarmen Wintern und Frühsommern haben, sowie mit der verbesserten Instandhaltung der Entwässerungsgräben in Zusammenhang stehen. Die Auswertung der mittleren gewichteten Zeigerwerte ließ den Unterschied zwischen den gedüngten und ungedüngten Wiesen deutlich hervortreten. Die sich aus den drei Aufnahmeserien ergebenden Trends waren bei den ungedüngten Wiesen jedoch individuell sehr unterschiedlich.

Bodenanalysen (0-10 cm Tiefe) zur Nährstoffversorgung der Wiesen auf den stark vererdeten, sauren Niedermoortorfen zeigten für die mit Ammoniumlaktat-Essigsäure austauschbare Phosphatfraktion die engste Beziehung zu einem anhand der Artenzusammensetzung aufgestellten Trophiegradienten der Wiesenvegetation. Zwischen 1988 und 1994 haben auf den gedüngten Wiesen die Nährstoffgehalte weiter zugenommen, während sich für die ungedüngten fast überall eine Abnahme des mobilen Phosphats und zum Teil auch der mit  $\text{NH}_4\text{Cl}$  austauschbaren Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehalte nachweisen ließ. Es ist also eine Aushagerung der Böden schon nach 6 Jahren Nutzung ohne Düngung eingetreten.

Da das Ziel der Biotopsicherungsmaßnahmen nicht die Aushagerung von Fettwiesen, sondern der Erhalt artenreicher *Calthion*-Wiesen ist und bisher noch keine gravierenden Veränderungen der Vegetation eingetreten sind, soll nach weiteren 3 Jahren überprüft werden, welche für die Praxis annehmbare Bewirtschaftungsweise dem Schutzziel am besten gerecht wird.

### Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt allen, die an den aufwendigen Gelände- und Laboruntersuchungen geduldig und ausdauernd mitgearbeitet haben, darunter insbesondere Herrn H. Federspiel, Frau D. Krieger und Herrn B. Backes, sowie Frau D. Kalusche für ihre bewährte zuverlässige Arbeit am Manuskript. Das Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Oppenheim, finanzierte die Anfangsuntersuchungen 1988/1989.

### Literatur

BAKKER, J.P. (1989): Nature management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 400 S..

BAKKER, J.P. & OLFF, H. (1994): Nutrient dynamics during restoration of fen meadows by hay-making without fertilizer application. In: Wheeler, B.D., S. Shaw & W. Fojt (eds.): Restoration of temperate wetlands: 143-166. Chichester.

BRIEMLE, G. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landschaftskultureller Sicht. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege, Baden-Württemberg 60: 1-160. Karlsruhe.

BRIEMLE, G. & ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. Natur und Landschaft 69: 139-147. Bonn-Bad Godesberg.

EGLOFF, T. (1983): Der Phosphor als primär limitierender Nährstoff in Streuwiesen (*Molinion*). Düngungsexperiment im unteren Reusstal. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Rübel 50: 119-148. Zürich.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18: 1-248. Göttingen.

ELSÄSSER, M. (1993): Umweltgerechte Grünlandbewirtschaftung - welche Folgen ergeben sich daraus? Natur und Landschaft 68: 66-72. Bonn-Bad Godesberg.

KAPFER, A. (1988): Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes. Aushagerung und Vegetationsentwicklung. Dissertationes Botanicae 120: 1-144. Berlin, Stuttgart.

— (1994): Erfolgskontrolle bei Renaturierungsmaßnahmen im Feuchtgrünland. Schr.-R. f. Landschaftspflege und Naturschutz 40: 125-142. Bonn-Bad Godesberg.

KONRAD, J. & RUTHSATZ, B. (1993): Wiesenrandstreifen an Drainagegräben. Standorte und Bedeutung für den Artenschutz in Feuchtwiesen. Mitt. Pollichia 80: 5-20. Bad Dürkheim.

- KRETSCHMAR, F. (1994):  
Zur Bedeutung der Samenbank in Böden unter Wiesen-  
gesellschaften. *Berichte der Reinh.-Tüxen-Ges.* 6: 179-  
193. Hannover.
- KUNTZE, H. (Hrsg.) (1984):  
Bewirtschaftung und Düngung von Moorböden. *Ber. des  
Bodentechnologischen Instituts des Niedersächsischen  
Landesamtes für Bodenforschung*: 1-80. Bremen.
- OLFF, H. & BAKKER, J.P. (1991):  
Long-term dynamics of standing crop and species com-  
position after the cessation of fertilizer application to  
mown grassland. *Journal of Applied Ecology* 28: 1024-  
1058. Oxford.
- OLFF, H., BERENDSE, F. & De VISSER, W. (1994):  
Changes in nitrogen mineralization, tissue nutrient con-  
centrations and biomass compartmentation after cessa-  
tion of fertilizer application to mown grassland. *J. of Eco-  
logy* 82: 69-77. Oxford.
- OLFF, H. & PEGTEL, D.M. (1994):  
Characterisation of the type and extent of nutrient limita-  
tion in grassland vegetation using a bioassay with intact  
sods. *Plant and Soil* 163: 217-224. Den Haag.
- OOMES, M.J.M. & MOOI, H. (1985):  
The effect of management of succession and production  
of formerly agricultural grassland after stopping fertili-  
zation. *Münstersche Geogr. Arbeiten* 20: 59-67. Paderborn.
- PFADENHAUER, J. & MAAS, D. (1987):  
Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes  
bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. *Flora*  
179: 85-97. Jena.
- ROSENTHAL, G. (1992):  
Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen. *Disserta-  
tiones Botanicae* 182: 283 S.. Berlin, Stuttgart.
- RUNGE, M. (1983):  
Zum Einfluß des Aluminiums auf die floristische Zusam-  
mensetzung von Waldgesellschaften des Münsterlandes.  
*Verh. Ges. f. Ökologie* 11: 339-350. Göttingen.
- RUTHSATZ, B. (1990):  
Vegetationskundlich-ökologische Nachweis- und Vor-  
aussagemöglichkeiten für den Erfolg von Extensivie-  
rungsmaßnahmen in Feuchtgrünlandgebieten. *Angew.  
Botanik* 64: 69-98. Göttingen.
- (1993):  
Wissenschaftliche Begleituntersuchungen zum Biotopsi-  
cherungsprogramm "Extensivierung von Dauergrün-  
land" in Rheinland-Pfalz. Abschlußbericht erstellt im  
Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz und Gewer-  
beaufsicht, Oppenheim.
- SCHEFFER, B. (1977):  
Stickstoff- und Phosphorverlagerung in nordwest-  
deutschen Niederungsböden und Gewässerbelastung.  
*Geol. Jb.*, F4: 203-243. Hannover.
- SCHIEFER, J. (1984):  
Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen  
Grünlandflächen. *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege  
Baden-Württemberg* 57/58: 33-62. Karlsruhe.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.P. & STAHR, K.  
(1995):  
*Bodenkundliches Praktikum*: 128-129. Hamburg, Berlin.
- SCHWARTZE, P. (1992):  
Nordwestdeutsche Feuchtgrünlandgesellschaften unter  
kontrollierten Nutzungsbedingungen. *Dissertationes Bot-  
anicae* 183: 1-204. Stuttgart, Berlin.
- STAMPFLI, A. (1995):  
Species composition and standing crop variation in an  
unfertilized meadow and its relationship to climatic va-  
riability during six years. *Folia Geobot. Phytotax.* 30:  
117-130. Prag.
- WILLEMS, J.H. (1995):  
Soil seed bank, seedling recruitment and actual species  
composition in an old and isolated chalk grassland site.  
*Folia Geobot. Phytotax.* 30: 141-156. Prag.

**Anschrift der Verfasserin:**

Univ. Prof. Dr. Barbara Ruthsatz  
Universität Trier  
FB VI - Geobotanik  
D-54286 Trier

## Wiesensterben auf Island - eine Rück- und Vorschau

Heinz ELLENBERG

Ein flächenhaftes Absterben von Kulturwiesen (auf Island "kal" genannt) bedrohte die dort auch heute noch wichtige Rindviehnutzung in manchen Jahren beträchtlich. Über den Komplex der möglichen Ursachen wurde vor allem in den frühen 50er und den späten 60er Jahren lebhaft diskutiert, aber fast nur auf dieser nordischen Insel und in der lokal erscheinenden Literatur. Da ich zur Ursachenanalyse der Schäden und zur Abhilfe einiges beitragen konnte, halte ich angesichts mancher anderer in der Nordhemisphäre seit etwa 1950 von Menschen ausgelöster Vegetations- und Umweltschäden eine zusammenfassende Übersicht für angebracht. Sie sei Wolfgang Haber gewidmet, dessen Wirken in der Landschafts- und Umweltpflege ich bewundere und für dessen Freundschaft ich dankbar bin.

### 1 Wiesengesellschaften und deren "kal"-Schäden

Die betroffenen Wiesen befinden sich sämtlich im Küstenbereich Islands; sie werden gedüngt und gemäht und sind ausnahmslos sekundär (wie übrigens auch die meisten Grasländer in Mitteleuropa). Von Natur aus würden auf den in Island verbreiteten Lößböden Birkenwälder oder -gebüsch (d.h. *Betula pubescens*-Gesellschaften) vorherrschen, wie dies GLAWION (1985) überzeugend dargelegt hat, indem er eigene und frühere Untersuchungen auswertete. Viele Kulturwiesen entstanden außerdem durch Ansaat auf entwässerten ehemaligen Niedermooren, vor allem seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Die meisten der für solche Mähewiesen typischen Pflanzenarten sind auf Island nicht heimisch, sondern wurden, unbewußt oder bewußt, vom europäischen Festland, namentlich aus Norwegen und Dänemark, dorthin gebracht (s. Tab. 1). Manche Samen mögen schon von den Schafen, Ziegen, Rindern und Pferden mitgeschleppt worden sein, die seit etwa 800 n. Chr. von wikingischen Eroberern und Siedlern in ihren niedrigen Schiffen herübergebracht wurden. Diese Tiere ließ man auf der Insel größtenteils frei weiden. Wie auf dem Festland trugen sie Jahrhunderte hindurch zur Zerstörung der natürlichen Wälder und zur Erosion der Böden bei. Nur im Inneren der Insel kann man noch heute Schafe dabei beobachten, wie sie die Pflanzendecke verbeißen und stellenweise zertreten, und wie Niederschlagswässer, Frosthebungen und hef-

tige Winde den ungeschützten Boden abtragen (PREUSSER 1974).

Rinder, deren Milch und Fleisch noch immer neben gefangenen Meerestieren wesentlich zur Ernährung der Bevölkerung beitragen (STÄHLIN 1962) hält man heute auf umzäunten, hofnahen Düngeweidern, die floristisch an mitteleuropäische Weidelgras-Weißkleeeweidern erinnern (s. Tab. 1, rechts unten). Das im Winter für das Rindvieh notwendige Futter gewinnt man auf ausgedehnten Mähewiesen, z.T. auch auf Umtriebs-Mäheweidern, die besonders intensiv gepflegt werden. Das Saatgut von *Phleum pratense* sowie von wichtigen Mähewiesengräsern (z.B. *Alopecurus pratensis* und *Festuca pratensis*), aber auch von an und für sich einheimischen Arten wie *Festuca rubra*, wird regelmäßig aus Dänemark, Norwegen oder Finnland eingeführt (STÄHLIN 1960, FRIDRIKSSON 1972), d.h. aus sommerwärmeren Ländern, wo die Samen mit Sicherheit ausreifen. Hauptzweck der Mähewiesen war und ist es, Heu zu liefern, neuerdings auch Grünmasse zur Silage. Nur kurzfristig läßt man das Rindvieh auch auf den Wiesen grasen, vorwiegend zur Nachweide im Herbst, seltener zur Vorweide im Frühjahr, und zwar nur dann, wenn keine Gefahr besteht, durch das Treten der Tiere die Narbe zu verletzen. Das Artengefüge der Mähewiesen entspricht somit weitgehend dem von - relativ artenarmen - Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*, Tab. 1, links).

Die Schäden, von denen im Folgenden die Rede sein soll, bezeichnet man auf Isländisch mit "kal", einer Kurzform von "kaldur" = kalt (JÓNSSON 1938). Sie treten nur auf Mähewiesen ein, allenfalls auch auf modernen Umtriebsweiden, die gelegentlich gemäht werden, um kein "Unkraut" hochkommen zu lassen. Am Ende mancher Winter (s. Tab. 4) vergilbt das zunächst noch grüne Gras und stirbt ab. Eine schützende Schneedecke fehlt oft ganz oder ist so dünn, daß sie wenig Kälteschutz bietet, weil heftiger Wind den Schnee schon beim Fallen größtenteils fortreibt. Auch die abgestorbenen Pflanzen entfernt bald ein Sturm, so daß auf mehr oder minder großen Flächen nackter Boden sichtbar wird. Schon im Spätfrühling wird er jedoch von kurzlebigen niedrigen Pflanzen (z.B. *Stellaria media* und *Poa annua*) besiedelt. Die Wiese "ergrünt" also wieder, allerdings ohne mähbar, ja nicht einmal richtig beweidbar zu werden. Diesen Schadverlauf als "winter killing" (t'HART und van der MOLEN 1971, BÖTTCHER 1971) der Wiesen zu bezeichnen, lag

**Tabelle 1**

**Auf Island vorkommende Charakterarten der europäischen Kulturwiesen und Kulturweiden** (Klasse, Ordnungen und Verbände), nach GLAWION (1985). Nur wenige sind einheimisch; die meisten müssen nach STEINDORSSON (1962) als mögliche (?), wahrscheinliche oder sichere (+) Neophyten gelten.

|                      | <b>Molinio-Arrhenatheretea</b><br>Grünland-Gesellschaften   | <b>Molinetalia und -ion</b><br>Feuchtwiesen   |
|----------------------|---|---|
| <b>Einheimische:</b> | <i>Agrostis gigantea</i><br><i>Festuca rubra</i> S <sup>1)</sup><br><i>Holcus lanatus</i>   | <i>Angelica sylvestris</i><br><i>Dactylorhiza maculata</i><br><i>Galium boreale</i><br><i>Lathyrus palustris</i>          |
| <b>Neophyten:</b>    | + <i>Alopecurus pratensis</i> S <sup>1)</sup><br>+ <i>Festuca pratensis</i> S<br><i>Lathyrus pratensis</i><br>? <i>Poa pratensis</i><br>? <i>Poa trivialis</i><br><i>Prunella vulgaris</i><br>? <i>Ranunculus acris</i><br>? <i>Rhinanthus minor</i><br>? <i>Rumex acetosa</i><br>? <i>Vicia cracca</i> | ? <i>Filipendula ulmaria</i><br><i>Lychnis flos-cuculi</i><br><i>Sanguisorba officinalis</i><br><i>Succisa pratensis</i>  |
|                      | <b>Arrhenatheretalia</b> <sup>2)</sup><br>Gedüngte Frischwiesen   | <b>Poion alpinae (A) und Cynosurion</b> <sup>3)</sup><br>Gedüngte Frischweiden  |
| <b>Einheimische:</b> | <i>Alchemilla vulgaris</i>  | <i>Cerastium fontanum</i> (A)<br><i>Poa alpina</i> (A)<br><i>Phleum alpinum</i> (A)                                       |
| <b>Neophyten:</b>    | ? <i>Achillea millefolium</i><br><i>Arrhenatherum elatius</i> S<br>+ <i>Carum carvi</i><br>+ <i>Knautia arvensis</i><br><i>Saxifraga granulata</i><br><i>Stellaria graminea</i><br><i>Viola tricolor ssp.</i>   | ? <i>Leontodon autumnalis</i><br>+ <i>Phleum pratense</i> S<br>? <i>Trifolium repens</i><br><i>Veronica serpyllifolia</i> |

- 1) S = oft mit Saatgut aus wärmeren Bereichen Europas (Dänemark, Norwegen) angesät; das gleiche gilt für *Poa pratensis*, die nirgends Charakterart ist.  
S = gelegentlich angesät. Die in vielen Gesellschaften (auch der *Arrhenatheretalia*, siehe Tab. 2) auftretende Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) ist einheimisch und weniger kieselsäurereich (d.h. als Viehfutter besser geeignet) als im übrigen Europa.
- 2) *Arrhenatherum* ist Charakterart des Verbandes *Arrhenatherion* (Glatthaferwiesen). *Alchemilla* und *Viola* sind Charakterarten der Goldhafer-Bergwiesen (*Polygono-Trisetion*).
- 3) Auch die Verbände *Poion alpinae* (Hochgebirgs-Frischweiden) und *Cynosurion* (Weidelgras-Kammgrasweiden tieferer Lagen) gehören zur Ordnung *Arrhenatheretalia*.

durchaus nahe. Er begann ja stets nach einem Winter, wenn auch nicht nach jedem, und machte die Mähewiesen für mehrere Jahre wertlos.

Der auf der Insel übliche Name "kal" deutet ebenfalls auf einen Winterschaden. Mit dem deutschen Wort "kahl" darf man die Erscheinung mithin ohne näheren Hinweis nicht benennen, obwohl vorübergehend eine Verkahlung von Teilflächen der Wiesen eintritt.

Wie sich "kal" auf das *Artengefüge* auswirkt, sei am Beispiel einer in Westisland sowohl auf Lößböden als auch auf entwässerten Niedermooren (JÓHANNESSON 1960, NYGARD 1959) häufigen Gesellschaft beschrieben, der "Rasenschmielenwiese" (Tab. 2). Diese von BÖTTCHER (1971) *Rinantho-Deschampsietum cespitosae* genannte Feuchtwiese hat außer der Schmiele den hier neophytischen Wie-

senfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) als lokale Charakterart. Der im Namen verwendete Kleine Klappertopf (*Rhinanthus minor*) ist nur gelegentlich zu finden und als Differentialart gegen andere *Deschampsia*-Gesellschaften deshalb nur bedingt brauchbar.

Wie BÖTTCHER (1980) mit Recht betont, hat die Rasenschmiele auf Island weichere (d.h. kieselsäurereichere) Blätter als in Mitteleuropa und ist hier ein recht gutes Futtergras. Sie kann also auf dieser Insel kaum - wie bei uns - als "Weideunkraut" (s. ELLENBERG 1996) zur Vorherrschaft gelangt sein, zumal ja die Mähewiesen nur selten beweidet werden.

In den isländischen Rasenschmielenwiesen bilden normalerweise mittelhohe bis niedrige Gräser dichte Bestände, neben der namengebenden Art vor allem *Agrostis stolonifera* und *tenuis* sowie *Poa*

Tabelle 2

**Kulturwiesen ohne und mit "kal"-Schäden in Westisland.** Nach Aufnahmen in einer dort verbreiteten Kulturwiesen-Gesellschaft (*Rhinanthus minor-Deschampsia cespitosa* Ass., mit einigen Vernässungszeigern aus dem *Agropyro-Rumicion*-Verband durchsetzt) von BÖTTCHER (1971, Tab. 5)<sup>1)</sup> Stickstoff- und Feuchte-Zeigerwerte nach ELLENBERG (1992, für Mitteleuropa gültig; siehe aber Tab. 3). G= Grasartige.

|  |                                  | „kal“:  | nicht |     |     |     | schwach |     |     |     | ± stark |     |     |     |     |     |
|--|----------------------------------|---|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
|  |                                  |   | 1     | 2   | 3   | 4   | 5       | 6   | 7   | 8   | 9       | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Laufende Nummer                                      |                                  |   | 1     | 2   | 3   | 4   | 5       | 6   | 7   | 8   | 9       | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Nr. der Aufnahme                                     |                                  |   | 636   | 884 | 840 | 883 | 895     | 853 | 886 | 850 | 823     | 870 | 854 | 814 | 896 | 852 |
| Bodenart (Lehm, Sand, Torf)                          |                                  |   | T     | L   | T   | L   | L       | tL  | L   | S   | T       | L   | sT  | L   | L   |     |
| Alter des Rasens (Jahre)                             |                                  |   | ?     | 15  | 11  | 15  | 50      | 10  | ?   | 8   | 60      | 17  | 10  | 3   | 50  | 5   |
| Deckungsgrad (%), Krautige                           |                                  |   | 85    | 98  | 100 | 100 | 98      | 98  | 100 | 95  | 95      | 90  | 100 | 95  | 95  | 95  |
| Zeiger-<br>werte                                     | desgl. Moose <sup>2)</sup>       |   | 20    | 30  | 5   | 20  | 20      | 10  |     | 5   | 5       | 10  | 10  | 20  | 10  | 2   |
|  | Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> ) |   | 3     | 8   | 10  | 8   | 8       | 15  | 6   | 5   | 5       | 3   | 3   | 3   | 3   | 5   |
| N  | F                                | Artenzahl (gesamt) <sup>2)</sup>                | 15    | 16  | 12  | 14  | 16      | 20  | 12  | 15  | 11      | 11  | 15  | 14  | 12  | 11  |
| <u>Char. - u. Diff. <i>Rhinanth.-Desch.-Ass.</i></u> |                                  |   |       |     |     |     |         |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
| 3  | 7                                | <i>Deschampsia cespitosa</i>                    | G     | 4   | 3   | 3   | 1       | 2   | 2   | 1   | 3       |     | 1   | +   | 1   |     |
| 7  | 6                                | <i>Alopecurus pratensis</i>                     | G     | +   | 2   | +   | 1       |     | +   |     |         | +   |     |     |     | +   |
| 3  | 4                                | <i>Rhinanthus minor</i> (Diff.)                 |       |     |     |     |         | +   | +   |     |         | +   | +   |     |     |     |
| <u>Therophyten</u>                                   |                                  |   |       |     |     |     |         |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
| 8  | x                                | <i>Stellaria media</i>                          |       |     | +   |     | +       | +   | 2   | +   | 1       | 4   | 2   | 2   | 1   | 2   |
| 8  | 6                                | <i>Poa annua</i>                                | G     |     | +   |     |         | 1   | 2   | 2   | 2       | 2   | 4   | 3   | 4   | 4   |
|  |                                  | <i>Polygonum aequale</i> (= <i>arenastrum</i> ) |       |     |     | +   |         | 2   | 2   |     | +       |     |     | 1   | 1   | 2   |
| 6  | 5?                               | <i>Capsella bursa-pastoris</i>                  |       |     |     |     |         |     | 1   |     | 1       |     |     | 2   |     | 2   |
| <u>Char. u. Diff. <i>Agropyro-Rumicion</i></u>       |                                  |   |       |     |     |     |         |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
| 7  | 8                                | <i>Alopecurus geniculatus</i>                   | G     | +   | 2   | 4   | 4       | 3   | 2   | 3   | +       | 1   |     | 2   | 2   | 2   |
| 4?   | 9                                | <i>Montia fontana</i>                           |       | 1   | 1   | 3   | 3       | 2   | 2   | 2   | 1       | 2   | 2   | 1   |     | 3   |
| 5  | 7                                | <i>Agrostis stolonifera</i>                     | G     |     |     | 2   |         | 2   |     |     |         | 2   | 1   | 3   |     |     |
| 7  | 6                                | <i>Potentilla anserina</i>                      |       |     |     |     |         |     |     |     |         | +   |     |     | 2   |     |
| <u>Char. <i>Molinio-Arrhenatheretalia</i></u>        |                                  |   |       |     |     |     |         |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
| 5  | 5                                | <i>Leontodon autumnalis</i>                     |       | 1   | 1   | 1   | 1       | +   | 1   | +   |         | 1   |     | +   |     |     |
| 7  | 5                                | <i>Phleum pratense</i>                          | G     |     |     | +   | +       |     | +   |     | +       |     | 1   | +   | 1   |     |
| 5  | 5                                | <i>Cerastium fontanum</i> ssp. <i>trivialis</i> |       | +   | 2   |     | 2       | +   | +   |     | 1       | +   |     | +   |     |     |
| x  | 6                                | <i>Festuca rubra</i>                            | G     | 3   |     |     | 1       | 2   | 2   |     |         |     |     | 2   | +   |     |
|  |                                  | <i>Rumex pratensis</i> ssp. <i>pratensis</i>    |       | 1   | 1   | 2   | 1       |     |     | 1   |         |     |     |     |     |     |
| x  | 6                                | <i>Ranunculus acris</i>                         |       | 1   | 1   | 1   | 1       |     |     | +   |         |     |     |     |     |     |
| x  | 5                                | <i>Taraxacum officinale</i>                     |       |     |     |     |         |     |     |     | +       |     |     | +   |     |     |
| 5  | x                                | <i>Achillea millefolium</i>                     |       |     |     |     |         |     |     | +   |         |     |     |     |     |     |
| 2  | 8                                | <i>Achillea ptarmica</i>                        |       |     |     |     |         |     |     | +   |         |     |     |     |     |     |
| <u>Begleiter</u>                                     |                                  |   |       |     |     |     |         |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
| 3?   | 5?                               | <i>Poa subcoerulea</i> (= <i>irrigata</i> )     | G     | 2   | 2   | 2   | 2       | 3   | 3   | 3   | 2       | 1   | 2   |     | 2   | +   |
| 4  | x                                | <i>Agrostis tenuis</i>                          | G     |     | 3   |     | 2       | 2   | 2   | 3   | 2       |     | 2   |     |     | +   |
| 2  | 8                                | <i>Carex fusca</i> (= <i>nigra</i> )            |       |     |     |     | +       |     |     |     |         |     | +   |     |     |     |
| 2  | 9                                | <i>Epilobium palustre</i>                       |       |     |     |     |         | r   |     |     |         |     | +   |     |     |     |
| 8  | 5                                | <i>Matricaria discoidea</i>                     |       |     |     |     |         |     |     |     |         |     | +   |     |     | +   |
| Mittlere Stickstoffzahl (mN)                         |                                  |   | 4.4   | 5.1 | 5.3 | 5.6 | 5.0     | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.5     | 6.0 | 6.1 | 6.3 | 7.0 | 7.4 |
| Mittlere Feuchtezahl (mF)                            |                                  |   | 6.5   | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.0     | 6.3 | 7.2 | 6.2 | 6.5     | 7.0 | 6.5 | 6.1 | 6.8 | 5.7 |

1) Die in der Originaltabelle angegebenen Soziabilitäten sind weggelassen.

2) Außerdem vorkommende Arten: Nr. 2: *Cardamine nymmannii* +; Nr. 5: *Poa glauca* + (N2, F4); Nr. 8: *Poa glauca* 1 (N2, F4); Nr. 12: *Sagina procumbens* 2 (N6, F5), *Equisetum arvense* ssp. *boreale* + (N3, Fx); Nr. 13: *Spergula arvensis* 1 (N6, F5).

Ohne N- und F-Zahl: Moose: Nr. 1: *Rhytidiadelphus squarrosus* 3, *Brachythecium albicans* 3, *Pohlia nutans* 1; Nr. 2: *Rhyt. squ.* 3, *Brach. alb.* 2; Nr. 3: *Rhyt. squ.* 1, *Ceratodon purpureus* 2; Nr. 5: *Rhyt. squ.* 1, *Pohl. nut.* 2; Nr. 6: *Brach. alb.* 1, *Mniobryum albicans* 1; Nr. 7: —; Nr. 8: *Cerat. purp.* 2; Nr. 9: *Brach. alb.* 1; Nr. 10: *Rhyt. squ.* 1, *Brach. alb.* 1, *Mniobr. alb.* +; Nr. 11: —; Nr. 12: *Cerat. purp.* 2; Nr. 13: *Rhyt. squ.* +, *Pohl. nut.* 2; Nr. 14: *Cerat. purp.* +.

*subcoerulea* (eine *P. pratensis*-Kleinart) und *Alopecurus geniculatus* (s. Tab. 2).

Wo diese in "kal"-Jahren absterben, sei es fleckenweise (Aufnahmen Nr. 5-8) oder fast überall (Nr. 9-14), treten vor allem das Einjährige Rispengras und die Vogelmiere sowie andere als "Ackerunkräuter" bekannte Arten hervor, deren Samen im Ober-

boden keimfähig blieben. Streng genommen werden die Wiesenflächen mithin nicht "kahl" im Sinne von pflanzenlos.

Die kurzlebigen Lückenbüßer sowie nackter Boden und Reste des ausdauernden Rasens bilden meist ein kleinflächiges Mosaik, das den Pflanzensoziologen dazu zwingt, ungewöhnlich kleine Probeflächen

aufzunehmen (s. den "Kopf" der Tab. 2), wenn er der Forderung nach deren "Homogenität" einigermaßen genügen will.

Mit Ausnahme der Rasenschmiele und einiger ebenfalls wenig nährstoffbedürftiger, seltenerer Arten gelten die meisten ihrer Partner als Stickstoffzeiger (N-Zahlen nach ELLENBERG u. Mitarb. 1992 über 5 in Tab. 2). Das trifft auch für die Therophyten zu, die sich in den Rasenlücken ausbreiteten. Die (unter Berücksichtigung der Mengen berechneten) Mittelwerte der Stickstoffzahlen sind deshalb in den schwach bis stark "kal"-geschädigten Beständen relativ hoch (s. Tab. 2 unten). Darauf werden wir beim Erörtern der Ursachen des Wiesensterbens zurückkommen.

Was hier an den mehr oder minder bodenfeuchten Vertretern des *Rhinantho-Deschampsietum cespitosae* dargestellt wurde, gilt im Prinzip auch für die übrigen Mähwiesen-Gesellschaften Islands, namentlich für die "reine" *Deschampsia*-Wiese auf etwas trockeneren Böden, den von *Agrostis vinealis* (= *coarctata*) beherrschten Rasen auf sandigen Böden und die *Poa glauca*-Gesellschaft an steinigten Standorten (s. BÖTTCHER 1971). Die beiden letztgenannten Wiesentypen waren nach GLAWION (1985) aus natürlichen Schuppenseggen- (*Kobresia*) Rasen durch Mahd und Düngung hervorgegangen.

## 2. Mögliche Ursachen des Wiesensterbens

Die Frage nach den Ursachen des "kals" bewegte auf Island nicht nur die Bauern sowie die mit ihnen verbundenen Wissenschaftler und Politiker, sondern nahezu jedermann, zumindest nach "kal"-Jahren wie 1951, 1952, 1960, 1965, 1968 und besonders 1969. Auch als Tourist wurde man immer wie-

der in Erörterungen einbezogen, die geradezu an Kriminalfälle erinnerten, denn dem Winter schlechthin konnten die Schäden offenbar nicht angelastet werden. "Who is the killer?" oder "was ist mitschuldig?" fragte man sich selbstverständlich auf den Farmen, aber auch in Hotels, ja schon auf dem Flugplatz sowie an jeder Tankstelle, vor allem aber in dem musterhaft eingerichteten staatlichen Altersheim in Reykjavík.

Als wichtige oder doch oft mitbeteiligte Ursachen von "kal"-Erscheinungen kommen außer klimatischen Faktoren vor allem edaphische und biologische in Frage, die in Tab. 3 nach Diskussionsnotizen und nach der Literatur zusammengestellt sind. Manche davon kann man mit guten Gründen ausschließen und andere zumindest nach ihrer Bedeutung gewichten.

Das Klima Islands ist ausgesprochen ozeanisch (EYTHORSSON u. SIGTRYGSSON 1971, GLAWION 1985), besonders im West- und Südteil der Insel (s. Abb. 1), die dank dem Golfstrom mehr Wärme genießen, als nach ihrer Breitenlage zu erwarten wäre. In diesen Teilen sind die Niederschläge deutlich höher als im Norden und Osten, nicht selten vor allem im Frühjahr (Faktor 4 in Tab. 3, s. auch Abb. 2). Die Wintertemperaturen entsprechen ebenfalls dem Kontinentalitäts-Gefälle, sind also im Norden und Osten im Durchschnitt und in den Extremen unter sonst vergleichbaren Bedingungen tiefer als in den vom Golfstrom begünstigten Bereichen (s. auch Tab. 4). Doch sogar bei der Stadt Akureyri, die nicht nur im Norden, sondern auch relativ weit landeinwärts liegt, ist noch Ackerbau möglich und wurde früher vorwiegend zum Anbau von Gerste und Kartoffeln ausgeübt (SIGGEIRSSON 1978). Extrem tiefe Temperaturen (Faktor 1 in Tab. 3) sind hier sogar in "kal"-Jahren nicht regi-

- |                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Klima:</b>     | 1. Winterkälte (a) zu groß und/oder (b) zu lange anhaltend,<br>2. zu wenig Schnee (also fehlender Kälteschutz),<br>3. zu starker und/oder zu häufiger Frostwechsel,<br>4. zu trockenes Frühjahr (Niederschlagsmangel),<br>5. Mitwirkung stürmischer Winde (z.B. bei 1, 2, 4 u. 6).  |
| <b>Boden:</b>     | 6. Zu starke Frosthebung durch Nadeleis (Wurzelschäden),<br>7. zu dichter und/oder nasser Boden (Sauerstoffmangel),<br>8. zu geringe Wassernachlieferung (strukturbedingt),<br>9. zu sauer und kalkarm (allgemein ungünstig),<br>10. zu arm an Nährstoffen (besonders N, P, Spurenelemente),<br>11. zu reich an Stickstoff (Überdüngung). |
| <b>Pflanzen:</b>  | 12. Zu hygromorpher Bau (frost- und dürreempfindlich),<br>13. zu kalteempfindlich (Saatgut aus wärmeren Ländern),<br>14. zu alt (d.h. ohnehin absterbend),<br>15. zu viele „Unkräuter“ (die als Konkurrenten wirken).   |
| <b>Sonstiges:</b> | 16. Parasitische Pilze (z.B. Schneeschimmel),<br>17. parasitische Bakterien (Krankheiten),<br>18. schädliche Würmer (z.B. Nematoden an Wurzeln),<br>19. schädliche Insekten (theoretisch; bisher kein Hinweis),<br>20. zu späte oder zu frühe Viehweide (mechanische Schäden).  |

Zusammenwirken mehrerer Faktoren, z.B.:

|                   |                   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|
| 1, 2, 5, 12 u. 13 | 4, 14, 15 u. 20   | 8, 9, 10 u. 20 |
| 1, 3, 6, 18       | 4, 5, 8, 12 u. 18 | 13, 14, 16-18  |
| 1, 7, 10 u.a.     | 4, 11, 12 u.a.    | u.v.a.         |

**Tabelle 3**

**Mögliche Ursachen des Wiesensterbens auf Island.** Gruppierte Übersicht wichtiger Einzelfaktoren und verschiedener Formen ihres Zusammenwirkens.

striert worden, wohl aber verhältnismäßig zahlreiche Monate mit Temperatur-Durchschnitten unter  $0^{\circ}\text{C}$  (s. Tab. 4 sowie Abb. 2).

Die Bezeichnungen "winter killing" und "kal" sind also allenfalls im Hinblick auf die Dauer der vorangehenden Kälteperiode berechtigt, nicht jedoch auf deren Temperatur-Minima. Das Andauern des Frostes gewinnt im Zusammenhang mit dem Faktor 2 an Bedeutung, d.h. dem Fehlen einer schützenden Schneedecke infolge der häufig stürmischen Winde (Faktor 5). Aus Erfahrungen in Mitteleuropa, vor allem in Gebirgen, wissen wir, daß die Bodentemperaturen schon unter wenige Dezimeter mächtigem Schnee sogar in kalten Wintern nahe bei  $0^{\circ}\text{C}$  oder darüber bleiben, so daß das Grasland "immergrün" ist, wie schon RÜBEL (1912) feststellte. Nackter Boden gefriert dagegen selbst bei mäßigem Frost in wenigen Tagen bis in große Tiefe.

Ausgesprochene Frosttage sind in isländischen Tieflagen seltener als Tage mit Frostwechsel (Faktor 3), d.h. mit Tagestemperaturen über  $0^{\circ}\text{C}$  und Nachtfrösten. Dieser Wechsel bewirkt Bodenbewegun-

gen, die zu polygonalen Strukturen und/oder zu Aufwölbungen von kleinen Hügeln (isländisch Thufur) führten. In solcher Weise frostgeformte Böden (s. LÖTSCHERT 1974, SCHUNKE 1975 u.v.a.) entstanden auf Island im Laufe längerer Zeiträume, nicht jedoch unter Wald oder Gebüsch und dichtem krautigen Bewuchs, also auch nicht in Kulturwiesen. Mit deren "kal" haben sie offenbar nichts zu tun, zumal bei den täglichen Frostwechseln im Winter nie für Grünlandpflanzen letale Tiefstwerte auftreten.

Diese Pflanzenarten überdauern die Winter gewöhnlich mit voll ausgebildetem Blattwerk, auch bei geringer Schneebedeckung. Gefährlich kann ihnen dagegen die Witterung im Frühling werden, wenn bereits junge Triebe entstanden, aber noch nicht voll ausdifferenziert sind (Faktor 12). Dann wirkt sich möglicherweise ein plötzlich wieder einsetzender Frostwechsel verhängnisvoll aus, jedenfalls aber eine zu trockene Wetterperiode (Faktor 4). Tatsächlich bringen die Monate März bis Mai besonders im nördlichen und östlichen Island oft wenig Niederschläge (s. Abb. 1 u. 2). Frühjahrs-

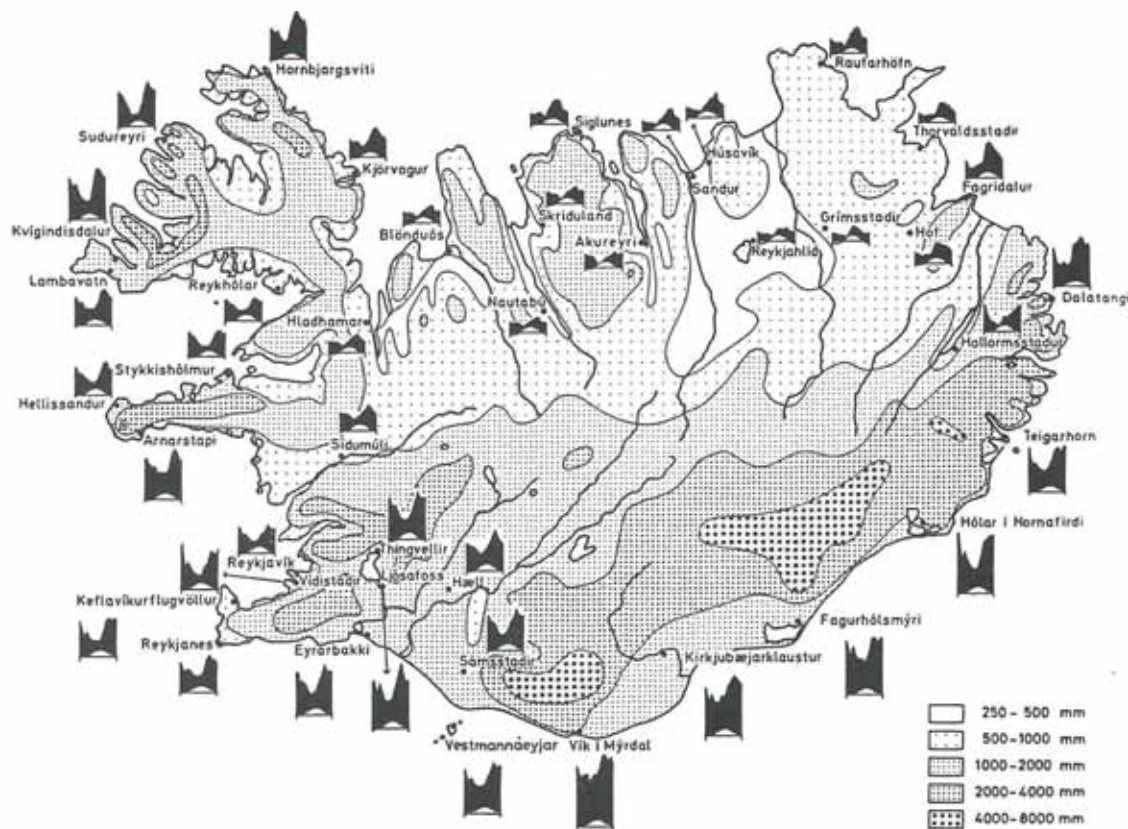


Abbildung 1

Jahresmittel der Niederschläge auf Island sowie Klimadiagramme einiger Stationen. Nach BERGTORSSON (1970) sowie RUTHSATZ & GEYGER (1971) aus RUTHSATZ & GEYGER (1971). Die langfristigen Jahresmittel übersteigen in der Nordhälfte der Insel nur auf küstennahen Anhöhen 1000 mm, in der Südhälfte dagegen überall. Auf den teilweise vergletscherten Bergen erreichen sie mehr als das Vierfache.

Die vereinfachten Klimadiagramme (im Sinne von H. WALTER) veranschaulichen den Jahresgang der Niederschlagsmonatsmittel (Obergrenze der schwarzen Fläche) sowie der Lufttemperatur-Monatsmittel (Untergrenze) jeweils von Januar bis Dezember. Was man auf jeden Fall gut erkennen kann, sind die Minima und Maxima der Monats-Niederschläge. Regenarm sind bei den meisten Stationen die Frühlings- bis Frühsommer-Monate (im Norden oft der April). Niederschlagsreich ist der Herbst, im Südosten sogar der Winter.

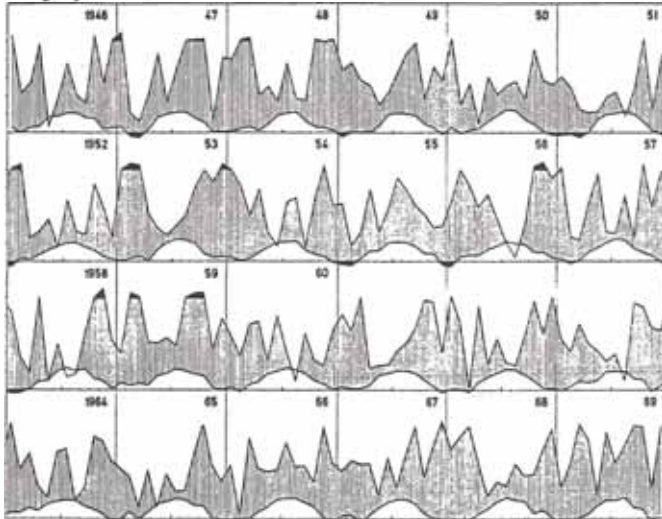


Trockenheit kann hier also eher zum "kal" führen als Winterkälte, zumindest als mitwirkender Streßfaktor. Die Wasserverluste der jungen Gras- und Krautblätter werden zweifellos durch die häufigen Starkwinde (Faktor 5) erhöht, die für Island so typisch sind. Es drängt sich geradezu auf, von Frühlings-Trockenschäden (springtime drought killing) statt von winter killing zu sprechen, oder kurz vom "Trocken-kal" (s. auch ELLENBERG 1971). Das erscheint um so mehr berechtigt, als diese Form von "kal" nicht selten nach milden Wintern auftrat, z.B. gerade auch 1969. Diese Art von Schäden könnte vielleicht durch den häufigen Frostwechsel insofern verstärkt werden, als er eine Frosthebung (Faktor 6) der obersten Bodenkrupe durch Entstehen von Eisnadeln bewirkt. Wenn diese Hebung mehr als etwa 1 cm beträgt - was durchaus öfter der Fall ist - reißen junge Wurzeln, so daß sie kein Wasser mehr nachliefern. Älteren Wurzeln schadet sie freilich so wenig, daß diese die Wasserversorgung der Blätter aufrecht erhalten, vorausgesetzt der Boden in größte-

rer Tiefe ist nicht gefroren. Ein "Rasenschälen" (im Sinne von TROLL 1973), wie es als Folge der Frosthebung auf beweidetem und kurzgefressenem Grasland im Inneren Islands stellenweise vorkommt und durch Sturmwinde mitbewirkt wird, war übrigens auf Mähewiesen nirgends zu beobachten; denn ihr Pflanzenbestand ist zu hoch und zu stark bewurzelt, um in solcher Weise aufgerollt werden zu können.

Als eine weitere Ursache von "kal" kommt nach unseren Beobachtungen in manchen Gebieten Islands auch das den Trockenschäden entgegengesetzte Extrem des Wasserhaushalts in Betracht, nämlich Frühlings-Nässeschäden (springtime wetness killing), kurz "Nässe-kal", infolge von zeitweiligem Sauerstoffmangel der Wurzeln (Faktor 7). Auf manchen Wiesen, die sonst nie überschwemmt oder auffallend bodennaß sind, bilden sich im Frühjahr nach der Schneeschmelze oder bei starken Regengüssen ausgedehnte flache Wasserlachen, weil der Boden noch gefroren oder wassergesättigt ist.

### Reykjavík



### Akureyri

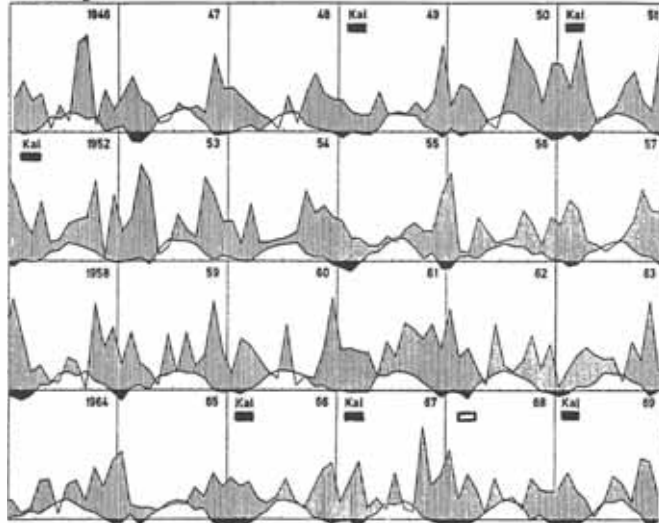


Abbildung 2

Klimadiagramme der Jahre 1946 bis 1969 für die Stationen Reykjavík (im Südwesten Islands, oben) und Akureyri (im mittleren Norden, unten), nach RUTHSATZ & GEYGER (1971).

Die Obergrenze der schraffierten Fläche verbindet die Monatsmittel der Niederschläge, die Untergrenze der Monatsmittel der Lufttemperatur, jeweils von Januar bis Dezember für das betreffende Jahr. Niederschlagsmittel über 100 mm sind auf 1/10 reduziert und schwarz dargestellt. Temperaturmittel unter der Abszisse, d.h. unter 0°C, sind ohne Änderung des Maßstabs ebenfalls schwarz hervorgehoben.

Monate mit Mitteln unter 0°C sind bei Reykjavík selten mehr als 2 pro Winter, und Monate mit Mitteln unter -2°C kommen kaum vor. Hier gab es niemals ausgeprägte Winesschäden. Bei Akureyri war dagegen in den Frühjahren 1949, 51, 66, 67 und 69 starkes "kal" zu beobachten, etwas schwächer auch im Frühjahr 68. In den Wintern vor den genannten Jahren folgten stets mindestens 3, z.T. sogar 5 Monate mit Temperaturmitteln unter 0°C aufeinander. Das Minimum der Monatsmittel lag vor Jahren ohne "kal" nicht selten tiefer als vor "kal"-Jahren (z.B. 1947, 55, 56, 58, 59). Entscheidend war also die Dauer, nicht die Schärfe des Frostes.

Tabelle 4

Zahl der Wintermonate mit Durchschnitts-Temperaturen unter 0°C an meteorologischen Stationen in verschiedenen Teilgebieten Islands von 1946 bis 1969 und das Auftreten von "kal"<sup>1)</sup>, nach graphischen Darstellungen von RUTHSATZ & GEYGER (1971).

| Teil | Ort, Jahr:    | 19 | 46       | 47 | 48 | 49 | 50       | 51 | 52 | 53 | 54       | 55       | 56 | 57       | 58       | 59       |
|------|---------------|----|----------|----|----|----|----------|----|----|----|----------|----------|----|----------|----------|----------|
| NW   | Hladhamar     | 2  | >2       | >2 | >5 | 3  | <u>5</u> | >4 | >2 | >1 | <u>3</u> | <u>2</u> | >2 | >3       | 2        |          |
| NO   | Raufahöfn     | 1  | <u>2</u> | >1 | >4 | 4  | <u>5</u> | 5  | >3 | 1  | >3       | <u>2</u> | >1 | 3        | <u>2</u> |          |
| N    | Akureyri      | 1  | <u>2</u> | >1 | >4 | >2 | >5       | >2 | >3 | 0  | <u>3</u> | 2        | >1 | 3        | <u>2</u> |          |
| O    | Egilstadir    | -  | -        | -  | >3 | >2 | >5       | >3 | >1 | 1  | <u>4</u> | 2        | >1 | <u>3</u> | >1       |          |
| WNW  | Stykkishólmar | 0  | 2        | 0  | 3  | >1 | >3       | 2  | <1 | 0  | >2       | 2        | >1 | >2       | 1        |          |
| W    | Hvanneyri     |    |          |    |    | 1  | >4       | 3  | 0  | 0  | <u>2</u> | <u>2</u> | 2  | 3        | <u>2</u> |          |
| SW   | Haell         | 1  | 2        | 0  | >3 | >2 | >4       | 3  | 0  | 1  | 3        | 2        | >1 | >3       | 0        |          |
| SSW  | Eyrbakkki     |    |          |    |    |    |          |    |    |    |          |          |    | >1       | >2       | <u>2</u> |
| WSW  | Reykjavik     | 0  | >1       | 0  | 1  | <1 | 3        | >2 | 0  | 0  | >2       | 2        | 1  | >2       | 0        |          |
| S    | Mýrdal        | 0  | 0        | 0  | 0  | 0  | 0        | 1  | 0  | 0  | 0        | 0        | 0  | 0        | 1        |          |

| Teil | Ort, Jahr:    | 19 | 60 | 61       | 62       | 63 | 64       | 65       | 66       | 67       | 68       | 69 |
|------|---------------|----|----|----------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| NW   | Hladhamar     | >3 | 3  | 4        | 3        | >1 | <u>4</u> | <u>5</u> | <u>5</u> | >5       | <u>4</u> |    |
| NO   | Raufahöfn     | >1 | 2  | <4       | >3       | 1  | <u>5</u> | 5        | <u>5</u> | <u>6</u> | <u>6</u> |    |
| N    | Akureyri      | >2 | 2  | >3       | >2       | 1  | 3        | <u>4</u> | <u>4</u> | >5       | >4       |    |
| O    | Egilstadir    | >1 | >1 | <u>2</u> | <u>3</u> | >1 | <u>4</u> | <u>4</u> | <u>4</u> | >5       | >3       |    |
| WNW  | Stykkishólmar | <1 | 0  | 3        | 0        | 1  | 2        | >3       | <u>2</u> | >3       | >3       |    |
| W    | Hvanneyri     | >2 | 0  | >3       | 1        | 1  | 3        | <u>4</u> | <u>3</u> | >4       | >3       |    |
| SW   | Haell         | 1  | <1 | >3       | 2        | 1  | 2        | >3       | <u>2</u> | 4        | <u>3</u> |    |
| SSW  | Eyrbakkki     | 1  | 0  | >2       | >1       | 1  | >2       | 3        | >1       | >2       | <u>2</u> |    |
| WSW  | Reykjavik     | 0  | 0  | 1        | 0        | 0  | 1        | 2        | 1        | >2       | 2        |    |
| S    | Mýrdal        | 0  | 0  | 0        | 0        | 0  | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |    |

- 1) **halbfette** Zahl = Frühjahr mit „kal“; **unterstrichene** Zahl = mindestens ein Monat mit tieferem Temperaturmittel als -2 °C. Einige der Wintermonate können bereits im vorhergehenden Jahr liegen. Im Süden der Insel wirkt sich der Golfstrom stärker auf das Klima aus als im Norden und Osten und macht die Winter wärmer. Akureyri und Hladhamar liegen weiter vom offenen Meer entfernt als die übrigen Stationen, haben also ein kontinentaleres Klima. „kal“ tritt meistens nach Wintern auf, in denen mehr als 3 Monate relativ kalt waren. Zu besonders tiefen Durchschnitts-Temperaturen hat es dagegen keine deutliche Korrelation.

Wieder sind es die jungen Triebe und zarten Blätter, die unter der vorübergehenden Ungunst, hier der Sauerstoffarmut, mehr leiden als die überwinterten älteren Sprosse und Wurzeln. Letztere sind ja bei Gräsern wie *Deschampsia cespitosa*, *Agrostis stolonifera* und *Poa trivialis* und vielen anderen Arten der Frisch- und Feuchtwiesen mit einem System von Lakunen, d.h. innerer Durchlüftung, ausgestattet, die den jüngeren Organen z.T. noch fehlen.

Sowohl beim Trocken- als auch beim Nässe-kal wirkt offenbar ein Faktor mit, der in erster Linie die Pflanzenproduktion fördert, nämlich die Versorgung mit Stickstoff in mineralischer Bindung (Faktor 11). Damit ist nicht nur "Kunstdünger" gemeint, wie er in jüngerer Zeit in Island vorwiegend verabreicht wird, sondern auch die aus Stallmist durch Bakterien gebildeten Formen (NH<sub>4</sub> bzw. NO<sub>3</sub>). Solche Zufuhr macht die Pflanzen stärker hygromorph

(Faktor 12), d.h. ihre Zellen dünnwandig und größer und damit anfälliger für Frost, Trockenheit sowie Pilz- und Bakterienbefall. Indirekt kann also eine zu gut gemeinte Düngung zur Gefahrenquelle werden (Faktor 11). Bevor wir darauf eingehen, seien jedoch die übrigen in Tab. 3 aufgelisteten Faktoren gebührend erörtert.

Die meisten Pflanzen-Nährstoffe (Faktor 10) können nicht wie der Mineralstickstoff im Übermaß zu einer schwerwiegenden Schadensursache werden, aber wohl auch nicht durch extremen Mangel. Das gilt insbesondere für Phosphor, Kalium und Kalk sowie für Spurenelemente, über deren Konzentrationen noch weniger bekannt ist als über die der erstgenannten.

Die meisten Böden Islands enthalten zwar wenig Kalk, doch fällt ihr pH-Wert unter Kulturwiesen selten tiefer als 5 (Faktor 9); er bleibt also im To-



**Abbildung 3**

Karte der "kal"-Schäden an den Kulturwiesen Islands, nach ELLENBERG u.a. (1971), etwas verändert.

**a - c: Schäden im Frühjahr 1969:**

I= keine, II= schwache, III= mäßige, IV= starke Schäden auf manchen Farmen,

V= starke Schäden auf den meisten Farmen.

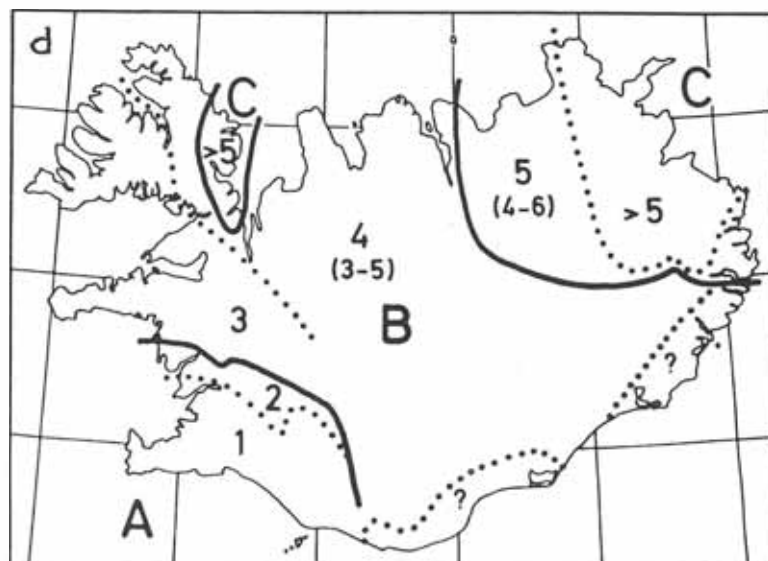
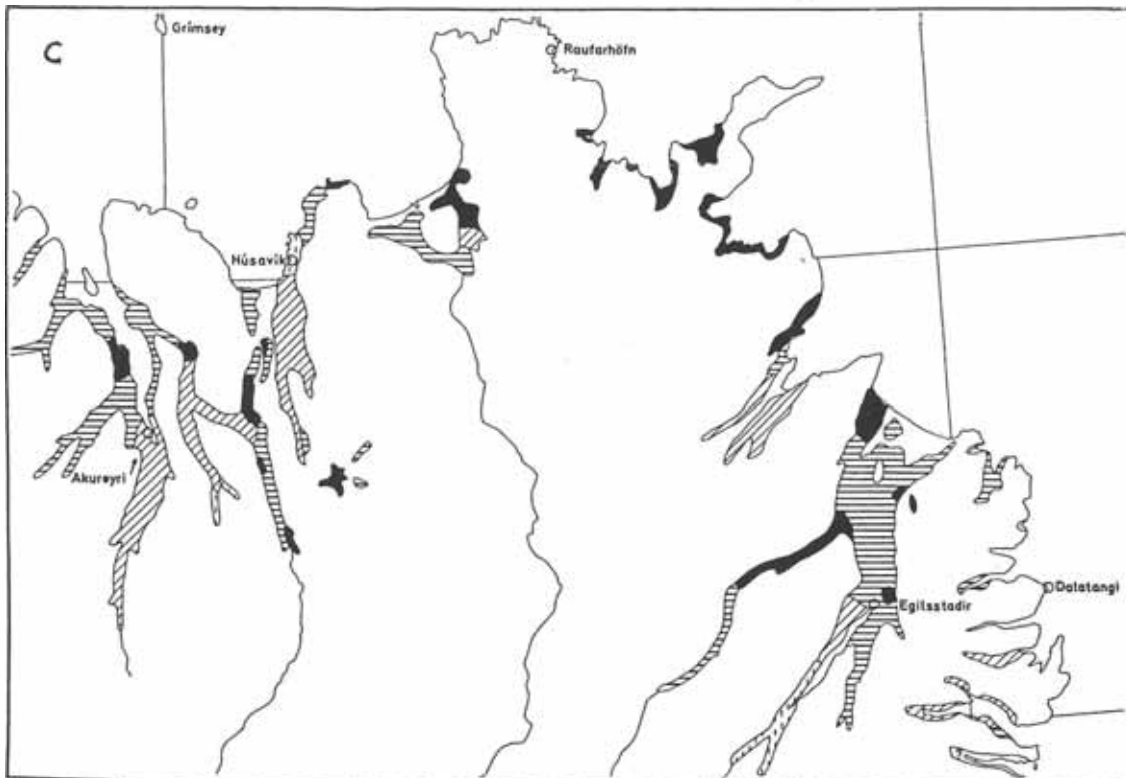
a: Südwesten, b: Nordwesten, c: Nordosten Islands (der Südosten wurde nicht kartiert, weil dort kaum "kal" auftrat).

**d: Zahl der "kal"-Jahre im Dezennium 1960-69:**

A= nur 1969 nennenswerte Schäden, B= auch in früheren Jahren, C= in früheren Jahren z.T. noch stärker als 1969.

leranzbereich aller darin lebenden Pflanzenarten. Die Versorgung mit Wasser kann zwar im Frühjahr übermäßig (Faktor 7) oder zu gering sein (Faktor 6), wie bereits betont wurde. Ein dauernder Wassermangel im Boden (Faktor 8) ist jedoch als "kal"-Ursache auszuschließen, weil solche Wiesenschäden nur im Spätwinter und Frühling auftreten, wenn andere Faktoren als der Wassergehalt des Bodens vorübergehend zu Trockenschäden führen. An und für sich ist dieser zu allen Jahreszeiten ausreichend, wenn nicht gar zu groß. Das Verhalten der Wiesenpflanzen wurde bisher nur im Hinblick auf dessen Beeinflussung durch klima-

tische und/oder edaphische Faktoren erörtert. Als zumindest mitwirkende Ursachen für "kal"-Erscheinungen kommen außerdem Eigenschaften der Pflanzen selbst in Frage. Schon früh wurde man auf ihre genetische Konstitution aufmerksam, soweit diese durch Saatgut-Lieferungen aus klimatisch günstigeren Bereichen geprägt wurde (Faktor 13). Namentlich in Dänemark gezüchtete Gräser erwiesen sich auf Island als relativ frostempfindlich. Sie könnten also einen Teil der bei "kal" abgestorbenen Pflanzen ausmachen. Bei allen Partnern der Wiesengemeinschaften könnte im übrigen das individuelle Alter eine gewisse Rolle spielen (Faktor 14).



Fortsetzung: Abbildung 3

Die eigentlichen Wiesenpflanzen sind zwar mehrjährig, leben aber keineswegs dauernd.

Versuche in Hohenheim (LIETH u. ELLENBERG 1958) haben sogar erwiesen, daß die meisten Horstgräser schon nach wenigen Jahren absterben und nur dann im Bestand erhalten bleiben, wenn sie Samen erzeugen, die keimen und zu neuen Horsten heranwachsen. Es ist also durchaus denkbar, daß eine Wiese durch Überalterung abstirbt. Allerdings wäre ein gleichzeitiges Sterben vieler Arten und/oder sämtlicher Individuen einer Art sehr unwahrscheinlich. Außerdem sind stets auch Arten vertreten, die sich vorwiegend durch Ausläufer, d.h. im Prinzip unbegrenzt vegetativ vermehren (z.B. die *Agrostis*-Arten und weniger ausgreifend *Alopecurus pratensis*). Diese würden ein flächenhaftes Sterben der Wiesengemeinschaft unmöglich machen. Da in "kal"-Jahren raschwüchsige Kräuter bald die Lücken füllen (s. Tab. 2), waren viele isländische Farmer davon überzeugt, daß diese Kräuter die Gräser zu überwachsen und zu unterdrücken vermögen, also gefährliche Konkurrenten für sie seien (Faktor 15). Alle Beobachtungen auf öfter besuchten Dauer-Probeflächen zeigten freilich, daß das schon in Abschnitt 1 dargestellte sekundäre Auftreten der Therophyten den Tatsachen entspricht, sie also nicht Wettbewerber, sondern nur Lückenfüller sind.

Wenn Pflanzen ungewöhnlich früh und rasch absterben, denkt man mit Recht zunächst an irgendwelche Schädlinge, seien es Bakterien, Pilze, Insekten oder sonstige Organismen. Beim Abschmelzen des Schnees offenbart sich z.B. der Befall mit Schneeschimmel-Arten (Faktor 16), die gerade in ozeanischem Klima mit milden Wintern im Schutz einer lockeren Schneedecke die Blätter überwuchern und in die Spaltöffnungen eindringen (s. ELLENBERG 1996). Ein für solche Pilze günstiger langdauernder Schneeschutz hält sich jedoch gerade auf Island nur ausnahmsweise. Als Verursacher weitflächiger Wiesenschäden kommen Schneeschimmel mithin kaum in Betracht. Das gleiche gilt für Welkepilze (*Fusarium*-Arten), die nach KOMMEDAHL u. SIGGEIRSSON (1973) zwar in Wurzeln und Böden isländischer Grasländer häufig vorkommen, aber kein "kal" bewirken. Durch Bakterien verursachte Erkrankungen höherer Pflanzen (Faktor 17) sind meist auf bestimmte Arten oder Gattungen beschränkt, können also kein allgemeines Wiesensterben auslösen. An Wurzeln fressende Fadenwürmer (Nematoden, Faktor 19) sind zwar nach SIGGEIRSSON u. RIEL (1975) auf Island verbreitet, aber nicht in Verbindung mit "kal" zu bringen. Wie bereits in Tab. 3 vermerkt, kommen Insekten (Faktor 19) ebenfalls nicht in Frage. Das dürfte auch für andere Tiergruppen gelten. Weidewich (Faktor 20) kann zwar auf Wiesen manchen Schaden anrichten, vor allem durch sein Trampeln. Als Verursacher von "kal" ist es aber auszuschließen, weil es von den isländischen Farmern nur jeweils kurzfristig und unter Kontrolle zur Nachweide im Herbst auf die Mähewiesen geschickt wird.

Wiederholt wurde auf das Zusammenwirken mehrerer Faktoren hingewiesen, das wahrscheinlicher als irgendein Einzelfaktor für das Auftreten von "kal"-Schäden verantwortlich sein dürfte. Vor allem Kombinationen mit hygromorphem Bau (Faktor 12) und größerer Kälteempfindlichkeit (Faktor 13) gewinnen an Bedeutung, wenn man sich die besondere Situation auf Island vor Augen hält. Zu diesen Landes-Eigentümlichkeiten gehören auch zu wenig Schnee und stürmische Winde (Faktoren 2 und 5).

Bei unseren Erkundungen im Sommer 1968 gewann schließlich eine zu sehr gesteigerte Stickstoff-Versorgung im Zusammenhang mit der dadurch geförderten Hygromorphie (Faktoren 11 und 12) immer mehr an Bedeutung, obwohl sie von Isländern niemals (oder nur nach intensiver Diskussion) mitbewogen wurde. Deshalb schlugen wir vor, die "kal"-Schäden auf ganz Island detailliert zu kartieren und dabei die Bewirtschaftung der Wiesen besonders zu beachten. Dieser Plan wurde überraschend stark dadurch begünstigt, daß auf das "kal"-Jahr 1968 das noch stärker ausgeprägte Schadensjahr 1969 folgte.

### 3 Auswertung einer "kal"-Kartierung im Frühjahr 1969

Nach den Erfahrungen und Diskussionen im Sommer 1968 bereisten wir Island unmittelbar nach Ausgang der Fröste des Winters 1968/69. "kal"-Erscheinungen waren überall deutlich sichtbar und die im Frühjahr 1968 eingetretenen Schäden bei den Farmern noch in genauer Erinnerung. Daher lohnte sich eine Kartierung nahezu aller Kulturwiesen mit Ausnahme einiger sehr verstreuter Vorkommen im Süden der Insel, wo Stichproben nirgends nennenswerte "kal"-Schäden ergaben. Wir konnten bei unserer Kartierung recht gut fünf Stufen des Wiesensterbens unterscheiden, von fehlenden bis zu starken Schäden (s. Abb. 3).

Um die meist einsam gelegenen Farmen auf den oft schlammigen Wegen erreichen zu können, war ein kräftiger Jeep erforderlich. Er wurde von Barbara Ruthsatz oder meiner Frau gesteuert, während ich Karteneintragungen und Notizen sammelte. "Only foolish and foreigners come through!" Mit solchen Worten wurden wir oft von den Farmern empfangen, die schon damals durch das in Island allgemein verbreitete und geradezu familiär gestaltete Fernsehen orientiert waren. Nicht selten hatten sich die letzten Besucher vor uns mehrere Monate früher ins Gästebuch eingetragen. Die Fahrten wurden vom Isländischen Nationalen Forschungsrat finanziert. Herr Magnús Óskarsson von der Landwirtschaftsschule Hvaneyri sowie mehrere andere Landwirtschaftsexperten halfen uns fachkundig. Ungezählte Farmer nahmen uns freundlich auf und gaben uns bereitwillig Auskünfte in ihrem flexiblen Englisch. Wir danken allen noch heute.

Die stärksten Schäden zeigten sich im Nordosten (Abb. 3c) und stellenweise im Nordwesten der In-

sel (Abb. 3b). Im Westen und Südwesten (Abb. 3a) waren sie geringer und im Süden ausgesprochen selten. Aufgrund der zahlreichen Informationen war es möglich, außer der Aufnahme des aktuellen Zustandes eine Übersichtskarte (Abb. 3d) zu konstruieren, die nach der Häufigkeit der "kal"-Jahre im Dezennium 1960-69 gegliedert ist. Im Südwesten war nur 1969 ein nennenswerter Schaden eingetreten. Gegen Osten und Norden dagegen stieg die Zahl der Schadensjahre jeweils bis über 5. Damit wird die Bedeutung der Dauer frostreicher, wenn auch nicht extrem kalter Winterzeiten unterstrichen (Faktor 1b in Tab. 3).

Überhaupt war das Ergebnis der Befragungen und/oder unserer eigenen Beobachtungen im Hinblick auf die Ursachen des Wiesensterbens eindeu-

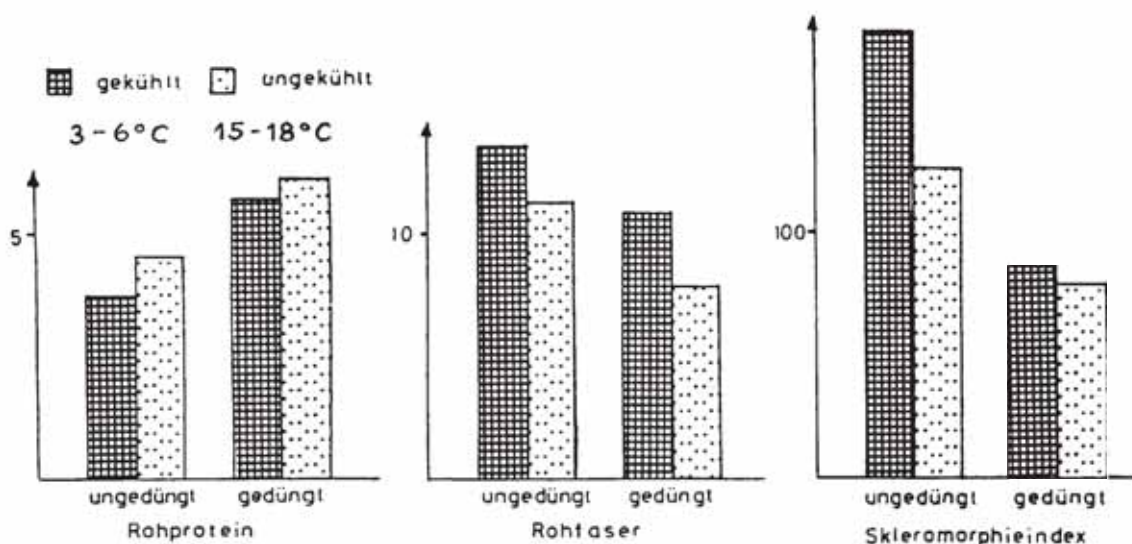
tig. Als wesentlich erwies sich ein Gefälle nach dem Dünger Aufwand, insbesondere was den Anteil des Stickstoffs anbetrifft:

Je höher, desto mehr "kal". Dieser kurze Satz stimmte fast ausnahmslos. Auf stark vernachlässigtem oder vor einigen Jahren aufgegebenem Farmland blieben zwar die Heuerträge gering oder fehlten ganz. Doch suchte man hier "kal"-Schäden fast immer vergeblich (s. Tab. 5). Offenbar gab es bei "faulen" Farmern nur einheimische Gräser und keine ausgesprochen hygromorph gebauten Frühjahrstriebe. Die in Tabelle 3 mit 11, 12 und 13 bezeichneten Faktoren erreichten mithin unter so extensiven Bedingungen Minima, während sie auf intensiv bewirtschaftetem Farmland ebenso wie die "kal"-Schäden Maximalwerten zustrebten.

**Tabelle 5**

**Unterschiedliche "kal"-Schäden auf benachbarten Farmen mit geringer und starker Düngung in verschiedenen Teilen Islands (Beispiele), nach ELLENBERG u. Mitarb. (1971).**

| Lage der Farmen        | Jahr | N-Düngung |        | Lage der Farmen                        | Jahr | N-Düngung |        |
|------------------------|------|-----------|--------|--|------|-----------|--------|
|                        |      | stark     | gering |  |      | stark     | gering |
| SW s. Laugarvatn       | 69   | 4         | 0      | N bei Langholt                         | 69   | 4         | 1      |
| WSW sö Skardsheidi     | 68   | 3         | 1      | N bei Galmarströnd                     | 69   | 5         | 2      |
|                        | 69   | 5         | 1      | NNO n. Húsavik                         | 69   | 3-4       | 0      |
| W w. Reykholt          | 68   | 2         | 0      | O n. Egilstadir                        | 60   | 4-5       |        |
|                        | 69   | 5         | 1      |  | 65   | 5         | 2      |
| NW n. Nauteyri         | 69   | 4         | 2      |  | 69   | 3         | 1      |
| NNW sö. Míðlfjörður    | 69   | 4-5       | 0 alt  | 0 = kein „kal“, 1 = an kleinen Stellen |      |           |        |
|                        | 69   |           | 3 jung | 2 = häufiger, aber < 10%, 3 < 25%      |      |           |        |
| NNW s. Breidahólstadir | 69   | 4-5       | 2      | 4 = 25-50%, 5 = extrem, > 75%          |      |           |        |



**Abbildung 4**

**Einflüsse der Bodentemperatur und der Düngung auf die Struktur von Grasbeständen, wie sie üblicherweise auf Island angesät werden, nach STEUBING & KNEIDING (1975), verändert.**

Im Gewächshaus bei 15-18°C (bzw. 3-6°C) gehaltene Kulturschalen mit isländischer Braunerde, ungedüngt bzw. mit leicht verfügbarem Stickstoff und Phosphor gedüngt. Der Gehalt an Rohprotein steigt mit der Temperatur, stärker aber mit der N-Zufuhr; der Gehalt von Rohfasern fällt dagegen ab. Deshalb steigt der "Hygromorphiegrad" (das Gegenstück zu dem meist berechneten "Skleromorphie-Index") beträchtlich.

Das bisher zu den Schadursachen Gesagte gilt nach unseren Beobachtungen sowohl für sogenanntes "Trocken-kal" als auch für "Nässe-kal". Beide Formen können sogar in einem und demselben Bereich Islands auftreten, je nach dem Kleinrelief und den Bodenverhältnissen, die sich im Gelände bieten. Allerdings ist das erstgenannte im Norden, d.h. bei

geringeren Niederschlägen häufiger, das durch Nässe mitbedingte dagegen im Süden und Westen.

Beim "Trocken-kal" handelt es sich meistens um das Zusammenwirken des Faktors 4 mit den Faktoren 2, 5 und selbstverständlich den bereits genannten 11-13. Beim "Nässe-kal" schienen uns die Faktoren 11-13 am häufigsten mit 7 und 1b kombiniert

Tabelle 6

Zeigerpflanzen für die Stickstoff-Versorgung auf Island in Viehweiden und Mähewiesen. Nach BÖTTCHER (1971), GLAWION (1985) und eigenen Befunden, im Vergleich zu Mitteleuropa (Ziffern vor den Namen nach ELLENBERG (1992)<sup>1)</sup> G= Grasartige.

| sehr arm                         | arm                               | mittelmäßig                      |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 2 <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | 2 <i>Achillea ptarmica</i>        | 5 <i>Achillea millefolium</i>    |
| 2 <i>Betula nana</i>             | G 4 <i>Agrostis tenuis</i>        | 4? <i>Angelica sylvestris</i>    |
| 2 <i>Botrychium lunaria</i>      | 2 <i>Alchemilla alpina</i>        | G x <i>Anthoxanthum odoratum</i> |
| 1 <i>Calluna vulgaris</i>        | 2? <i>Armeria maritima</i>        | 5 <i>Cerastium fontanum</i>      |
| 1 <i>Cardaminopsis petraea</i>   | G 3 <i>Avenella flexuosa</i>      | 2 <i>Epilobium palustre</i>      |
| 2 <i>Diphysium alpinum</i>       | G 2 <i>Carex fusca (= nigra)</i>  | G x <i>Festuca rubra</i>         |
| 2? <i>Gentianella campestris</i> | G 3 <i>Carex pilulifera</i>       | G 5? <i>Holcus lanatus</i>       |
| 1 <i>Loiseleuria procumbens</i>  | 2 <i>Dactylorhiza maculata</i>    | 3 <i>Lathyrus palustris</i>      |
| 2 <i>Potentilla erecta</i>       | G 3 <i>Deschampsia cespitosa</i>  | 5 <i>Leontodon autumnalis</i>    |
| 1 <i>Silene acaulis</i>          | 4 <i>Dryas octopetala</i>         | G 3 <i>Luzula multiflora</i>     |
| 1 <i>Thymus arcticus</i>         | G 2 <i>Elyna myosuroides</i>      | 4? <i>Montia fontana</i>         |
|                                  | 2 <i>Empetrum nigrum</i>          | x <i>Plantago lanceolata</i>     |
|                                  | 3 <i>Equisetum arvense</i>        | G 3 <i>Poa subcoerulea</i>       |
|                                  | 2 <i>Galium boreale</i>           | x <i>Prunella vulgaris</i>       |
|                                  | x <i>Juniperus communis</i>       | x <i>Ranunculus acris</i>        |
|                                  | G 2 <i>Nardus stricta</i>         | 3 <i>Rhinanthus minor</i>        |
|                                  | 2 <i>Parnassia palustris</i>      | 5 <i>Sanguisorba officinalis</i> |
|                                  | 2 <i>Pinguicula vulgaris</i>      | 3 <i>Saxifraga granulata</i>     |
|                                  | G 2 <i>Poa glauca</i>             | 3 <i>Stellaria graminea</i>      |
|                                  | 2 <i>Ranunculus glacialis</i>     | 4 <i>Viola tricolor ssp.</i>     |
|                                  | - <i>Silene maritima</i>          |                                  |
|                                  | 2 <i>Succisa pratensis</i>        |                                  |
|                                  | 3 <i>Vaccinium myrtillus</i>      |                                  |
|                                  | 3 <i>Vaccinium uliginosum</i>     |                                  |
| mäßig reich                      | reich                             | überreich <sup>2)</sup>          |
| G 6 <i>Agrostis gigantea</i>     | G 7 <i>Alopecurus geniculatus</i> | 8 <i>Matricaria discoidea</i>    |
| G 5 <i>Agrostis stolonifera</i>  | G 7 <i>Alopecurus pratensis</i>   | G 8 <i>Poa annua</i>             |
| 6? <i>Alchemilla vulgaris</i>    | 6 <i>Capsella bursa-pastoris</i>  | - <i>Polygonum arenastrum</i>    |
| 5 <i>Filipendula ulmaria</i>     | 6 <i>Carum carvi</i>              | 7 <i>Potentilla anserina</i>     |
| 6 <i>Fragaria vesca</i>          | G 6 <i>Festuca pratensis</i>      | 8 <i>Stellaria media</i>         |
| 4 <i>Geum rivale</i>             | 7 <i>Geranium sylvaticum</i>      | 8 <i>Urtica urens</i>            |
| G 2? <i>Hierochloa odorata</i>   | 6 <i>Lathyrus pratensis</i>       |                                  |
| x <i>Lychnis flos-cuculi</i>     | G 7 <i>Phleum alpinum</i>         |                                  |
| 6 <i>Myosotis arvensis</i>       | G 7 <i>Phleum pratense</i>        |                                  |
| 6 <i>Rumex acetosa</i>           | G 7 <i>Poa alpina</i>             |                                  |
| 5 <i>Veronica serpyllifolia</i>  | G 6 <i>Poa pratensis</i>          |                                  |
| x <i>Vicia cracca</i>            | G 7 <i>Poa trivialis</i>          |                                  |
|                                  | 6 <i>Polygonum aviculare agg.</i> |                                  |
|                                  | - <i>Rumex pratensis</i>          |                                  |
|                                  | 6 <i>Sagina procumbens</i>        |                                  |
|                                  | 6 <i>Spergula arvensis</i>        |                                  |
|                                  | x <i>Taraxacum officinale</i>     |                                  |
|                                  | 6 <i>Trifolium repens</i>         |                                  |

1) In Mitteleuropa: 1 = stickstoffärmste Standorte anzeigend, 2 zwischen 1 und 3 stehend, 3 = auf N-armen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen, 4 = zwischen 3 und 5, 5 = mäßig N-arme Standorte anzeigend, auf armen und reichen seltener, 6 = zwischen 5 und 7, 7 = meist auf N-reichen Standorten, 8 = ausgesprochener Stickstoffzeiger, 9 = auf übermäßig N-reichen Standorten konzentriert, x = indifferent. Mit wenigen Ausnahmen verhalten sich die Arten auf Island ähnlich!

2) Oft auf den durch „kal“ entstandenen Lücken herrschend. Außer *Potentilla* sind dies annuelle Arten.

zu sein. Zu den übrigen Faktoren (3, 6, 8-10 und 14-20) ergaben sich für uns durch die Kartierungsfahrten keine Erkenntnisse, die von den schon im Jahre 1968 möglichen Überlegungen zu Tab. 3 in bemerkenswertem Maße abwichen.

So kamen wir im Spätfrühling 1969 zu den folgenden Schlußfolgerungen:

Hauptursache der von 1945 bis 1969 häufiger und stärker gewordenen "kal"-Schäden war eine jahrelang überhöhte Stickstoffdüngung. Sie machte die Gräser und anderen Wiesenpflanzen zu hygromorph und damit empfindlich gegen Trockenheit bzw. Sauerstoffmangel im Frühjahr sowie gegen Fröste in schneearmen Wintermonaten und/oder im zeitigen Frühjahr. Diese Empfindlichkeit war besonders hoch bei einigen Kulturgras-Arten, deren Saatgut aus wärmeren Ländern stammte.

Als dieser Befund bei einer abschließenden Zusammenkunft mit isländischen Fachleuten und Förderern diskutiert wurde, stellte sich zu unserer Überraschung heraus, daß nach dem Ende des 2. Weltkrieges die landwirtschaftliche Beratung ausdrücklich eine verstärkte Düngung, besonders mit Stickstoff, aus begrifflichen Gründen empfohlen hatte, um die Futtererträge rasch zu steigern.

Außerdem war eine Fabrik zur Bindung von Luftstickstoff errichtet worden, und zwar veranlaßt vom Leiter des staatlichen Beratungsdienstes. Dieser konnte die Ziele der Beratung nach der Zusammenkunft in geschickter Weise schrittweise umstellen, zumal unsere Ergebnisse bewußt zunächst nicht publik gemacht wurden.

Eine geregelte, eher zurückhaltende Düngung der Mähwiesen erwies sich auf Island wie in Mittel- und Westeuropa durchaus als sinnvoll und durchführbar. Starke "kal"-Schäden hat es in den 70er und 80er Jahren nicht mehr gegeben.

#### 4 Ergänzende Feststellungen

Im Hinblick auf die besondere Bedeutung der Hygromorphie von Gräsern für das Entstehen von Wiesenschäden auf Island sind einige Experimente von Interesse, die STEUBING & KNEIDING (1975) im Gewächshaus durchführten. Sie benutzten dazu Kulturgefäße mit Braunerde aus der Gegend von Hvaneyri in Westisland, in denen Grasbestände aus Samen unter 4 verschiedenen Bedingungen (s. Abb. 4) herangezogen wurden. In der auf Island üblichen Weise bestand die Saatmischung zu 50 % aus *Phleum pratense*, zu 30 % aus *Festuca rubra* und zu 20% aus *Poa pratensis*, die vorwiegend in Dänemark, teilweise wohl auch in Norwegen gewonnen worden waren. Eine Reihe der Kulturschalen wurde bei 15-18° C, d.h. bei günstiger Temperatur gehalten, eine andere durch Eismischungen von unten her auf 3-6° C abgekühlt. In jeder Reihe blieb eine Hälfte ungedüngt, während die andere mit leicht verfügbarem Stickstoff und Phosphor versorgt wurde. Zur Beurteilung der Gewebestruktur nach dem Abernten der herangewachsenen Bestände dienten chemische Parameter, nämlich die Gehalte an Rohprotein

und Rohfasern. Ersterer stieg mit der Temperatur und noch stärker mit der Nährstoff-Versorgung. Der Anteil an Rohfasern, der den Futterwert senkt, aber die Widerstandsfähigkeit gegen Frost und/oder Trockenheit der Luft vermehrt, fiel dagegen ab. Als kombiniertes Maß wurde nicht der Hygromorphiegrad, sondern in üblicher Weise sein Gegenstück berechnet, der "Skleromorphie-Index" nach LOVELESS (1961) (Rohfaser in Prozent des Trockengewichts mal 100, geteilt durch Rohprotein in % TG). Wie Abb. 4 veranschaulicht, sind gedüngte Bestände in jedem Falle weniger skleromorph; die Kühlung wirkt in entgegengesetzter Richtung, wenn auch in schwächerem Maße. Mit anderen Worten ausgedrückt: Die Erwärmung im Frühjahr macht stark gedüngte, vor allem mit Stickstoff versorgte Grasbestände besonders hygromorph, also anfällig gegen Frost, Trocknis und Fäulnis.

Da es erfahrungsgemäß schwierig ist, einwandfrei festzustellen, ob Mähwiesen zu stark mit Stickstoff versorgt sind, könnten Zeigerpflanzen für die zukünftige Beratung hilfreich werden. Für Island gültige Gruppen von Stickstoff-Indikatoren habe ich in Tab. 6 zusammengestellt. Insbesondere sei auf die Gruppen "reich" und "überreich" hingewiesen, die man sich verhältnismäßig leicht einprägen kann.

#### Summary

Meadow dieback on Iceland - a glance back and forward

A severe hayfield dieback on Iceland (locally called "kal") was (and still is) threatening the utilization of cattle in distinct years, mainly during the period from 1950 to 1970. These damages of grasses becoming fully visible in the spring proved to be not simply a "winter killing" (as they are called normally in English). They turned out to be the results of interactions between climatic and edaphic as well as plant physiological and genetic factors with an intensified management of the hayfields. Mainly the exaggerated fertilization with mineral nitrogen, started after 1945, contributed decisively to make the meadow plants more hygromorphic and sensitive to frost and springtime drought as well as to temporal inundation. This susceptibility had already been enhanced by the common use of grass seeds produced in Denmark and other warmer countries.

A mapping of "kal" damages in all Icelandic hayfield regions which could be realized in 1969, evidenced clearly that the farms managing most intensively were burdened with strong diebacks, while neglected farms were not. Remedial measures to be taken became obvious and already successful to a certain degree.

#### Literatur

BERGTHORSSON, P. (1969):  
An estimate of drift ice and temperature in Iceland in 1000 years. *Jökull* 19: 94-101.



- BÖTTCHER, H. (1971):  
 me remarks on the vegetation of South-Icelandic cultivated hayfields and their damages by "winterkilling" (kal). Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 9: 28 S.
- (1980):  
 Der anthropogene Einfluß auf die nachhaltige Nutzungsfähigkeit isländischer Rasengesellschaften unter klimatischen, edaphischen und historischen Gegebenheiten. Verh. Ges. Ökol. 8: 213-219.
- DIERSSEN, K. (1973):  
 Moosgesellschaften auf isländischen Torfböden und ihre Abhängigkeit vom Wasser- und Nährstoffhaushalt. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 13: 30 S.
- ELLENBERG, Ch. u. H. (1969):  
 "kal" Das Kahlwerden von Kulturwiesen Islands als ökologisches Problem. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 7: 47 S.
- ELLENBERG, H. (1996):  
 Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Stuttgart, E. Ulmer: 1096 S.
- ELLENBERG, H. u.a. (1971):  
 Zur Kartenübersicht der Kahlschäden an den Kulturwiesen Islands im Jahre 1969. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi): 22 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992):  
 Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot. (Göttingen) 18: 258 S.
- EYTHORSSON, J. & SIGTRYGSSON, H., 1971:  
 The climate and weather of Iceland. The Zoology of Iceland (Reykjavik) 1(3): 62 S.
- FRIDRIKSSON, Sturla (1954):  
 Rannsóknir á kali túna árin 1951 og 1952. Winter injury of plants in icelandic hayfields. Univ. Res. Inst. Dept. Agric. Rep. Ser. B7: 72 pp.
- FRIDRIKSSON, S. (1972):  
 Grass and grass utilization in Iceland. Ecology 53: 785-796.
- GLAWION, R. (1985):  
 Die natürliche Vegetation Islands als Ausdruck des ökologischen Raumpotentials. Bochumer Geogr. Arb. 45: 208 S.
- (1986):  
 Rezente Klimaschwankungen und Vegetationsveränderungen in Island. Ursachen und ökonomische Auswirkungen. Geowiss. in unserer Zeit (Weinheim) 4: 141-153.
- 't HART, M.L. & van der MOLEN, W.H. (1971):  
 Winterkilling of grasses in Icelandic hayfields. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 5.
- IWAN, W. (1937):  
 Über Löß und Flugsand in Island. Z. Ges. Erdk. 1937: 177-194.
- JÓHANNESSON, B. (1960):  
 The soils of Iceland. Univ. Res. Inst. Reykjavík, Dept. Agric., Rep. B13, 140 p.
- JÓNSSON, O. (1938):  
 Kal. Ársrit, Raekt. Nordirlands: 1-31.
- KOMMEDAHL, Th. & SIGGEIRSSON E.I. (1973):  
 Prevalence of Fusarium species in roots and soils of grassland in Iceland. Res. Inst. Nedri Ás (Hveragerdi) 14.
- LIEBRICHT, H. (1983):  
 Das Frostklima Islands seit dem Beginn der Instrumentenbeobachtung. Bamberger Geogr. Schr. 5.
- LIETH, H. & ELLENBERG, H. (1958):  
 Konkurrenz und Zuwanderung von Wiesenpflanzen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 106: 205-223.
- LÖTSCHERT, W. (1974):  
 I. Über die Vegetation frostgeformter Böden auf Island. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 16: 1-15.
- LOVELESS, A.R. (1961):  
 A nutritional interpretation of sklerophylly based on differences in chemical composition of sclerophyllous and mesomorphic leaves. Ann. Bot. 25: 168-176.
- NYGARD, I.J. (1959):  
 Jarðvegskort af islandi (Soil map of Iceland). In: JÓHANNESSON, B., 1960.
- PREUSSER, H. (1974):  
 Die Deflation in Island. Deutsch-Isländisches Jahrbuch 7: 32-48.
- RÜBEL, E. (1912):  
 Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Leipzig: 615 S.
- RUTHSATZ, B. & GEYGER, E. (1971):  
 Wird die Intensivierung der Grünlandkultur in Island durch das Klima begrenzt? Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 8.
- SCHUNKE, E., (1975):  
 Periglazialerscheinungen Islands in Abhängigkeit von Klima und Substrat. Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 3 F, 30: 275 S.
- (1977):  
 Zur Ökologie der Thufur Islands. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 26.
- SCHUNKE, E. & STINGL, H. (1973):  
 Neue Beobachtungen zum Luft- und Bodenfrostklima Islands. Geografiska Annaler, Ser. A 55: 1-23.
- SIGGEIRSSON, E. (1978):  
 Über den Kartoffelbau in Island. Ber. Forschungsstelle Nedri Ás (Hveragerdi) 12.
- SIGGEIRSSON, E.I. & von RIEL, H.R. (1975):  
 Plant parasitic nematodes in Iceland (Isländisch). Res. Inst. Nedri Ás (Hveragerdi) 20.
- STÄHLIN, A. (1960):  
 Beobachtungen an Grünland und Graslandansaaten in Island. Das Grünland 9/12: 77-80.
- (1962):  
 Probleme der isländischen Volkswirtschaft in landwirtschaftlicher Sicht. Ber. üb. Landwirtsch. N.F. 40: 460-467.

STEFANSSON, S. (1948):  
Flora Islands. 3. Aufl. Akureyri.

STEINDORSSON, St. (1962):  
On the age and immigration of the Icelandic flora.  
Visindafélag Islendinga (Reykjavik) 35: 1-157.

STEUBING, L. & KNEIDING, S. (1975):  
Untersuchungen zur Rekultivierung von Grünland auf  
winderodierten Böden Islands. Ber. Forschungsstelle  
Nedri Ás (Hveragerdi): 45 S.

TROLL, C. (1973):  
Rasenabschälung (Turf Exfoliation) als periglaziales

Phänomen der subpolaren Zonen und der Hochgebirge.  
Z. Geomorphologie N.F., Suppl. Bd. 17: 1-32.

VEDRATTAN (1970 ff.):  
Monatswetterhefte, hrsg. v. Vedurstofa Islands (Icelandic  
Meteorological Office), Reykjavík.

**Anschrift des Verfassers: \***

Prof. em. Dr. Drs. h.c. Heinz Ellenberg  
Wohnstift  
D-37070 Göttingen

---

\* Prof. Dr. Drs. h.c. Heinz Ellenberg ist während der verzögerten Drucklegung am 2. Mai 1997 verstorben.  
Die Korrekturfahnen der im Februar 1996 eingereichten Arbeit wurden im Dezember 1996 von ihm autorisiert.



# Eine Kulturlandschaft auf der Roten Liste - Rekonstruktion des Nutzungsgefüges und der Vegetation einer traditionellen Kulturlandschaft am südbayerischen Alpenrand: Landbewirtschaftung in Kochel a. See in den 40er und 50er Jahren

Annette OTTE, Steffi SCHÖFMANN, Inge SCHNIEPP & Ursula DORNER\*)  
mit einem Beitrag von Wolfgang BRAUN

## Gliederung:

### 1. Zielsetzung

### 2. Naturräumliche Voraussetzungen

2.1 Naturräumliche Situation und geologischer Untergrund

2.2 Höhenlage und Klima

2.3 Vegetationsüberblick

### 3. Landnutzung in Kochel a. See in den 40er und 50er Jahren

3.1 Allgemeine Situation der Landwirtschaft

3.1.1 Nachwirkungen der Klosterherrschaft

3.1.2 Betriebsstruktur

3.1.3 Wirtschaftsformen

3.2 Elemente der traditionellen Kulturlandschaft - Nutzung, Standorteigenschaften und Vegetation

3.2.1 Flächen der Pflanzenproduktion

3.2.1.1 Die Gärten

a) Der Hausgarten

b) Der Obstgarten

c) Der Krautgarten

3.2.1.2 Die Egartflächen

a) Die Äcker

b) Zweischürige Wiesen

3.2.1.3 Die einschürigen Futterwiesen

a) Die "Wiesmahd"-Flächen

b) Die "Moosheu"-Flächen

3.2.1.4 Die Streuwiesen

3.2.1.5 Der Wald

3.2.2 Flächen für Tierhaltung

3.2.2.1 Kleinviehhaltung

3.2.2.2 Großviehhaltung

a) Haltung im Winter

b) Das extensive Weidenutzungssystem

c) Die einzelnen Weideformen

c1 Herbstnachweide in Dorfnähe

c2 Waldweide (Heimweide) für Heimvieh (Kühe)

c3 Zweistufiges Almweidesystem (Jungvieh)

3.2.2.3 Vegetationszonierung um Almen in unterschiedlichen Höhenstufen (v. W. BRAUN)

3.2.3 Flächen der Infrastruktur und innerbetrieblichen Organisation

3.2.3.1 Verkehrs- und Wirtschaftsflächen

3.2.3.2 Abstell- und Lagerflächen

a) Wirtschaftsdünger

b) Brennholz

c) Dachplatten- und Ziegelstapel

d) Steinhaufen, Erdhaufen

3.2.3.3 Landwirtschaftliche Gebäude

3.3 Veränderungen in der Landwirtschaft seit 1960

3.3.1 Allgemeine Voraussetzungen zu Veränderungen der Betriebsstrukturen und Wirtschaftsformen

3.3.2 Veränderungen bei den Nutzungsformen

3.3.2.1 Tierhaltung

3.3.2.2 Pflanzenproduktion

3.3.2.3 Forstwirtschaft

3.3.2.4 Infrastruktur und innerbetriebliche Organisation

3.3.3 Veränderungen in der Vegetation

### 4. Das Ring-Modell der abgestuften Nutzungsintensitäten

4.1 Entstehungsfaktoren der Nutzungsanalyse

4.1.1 Landschaftliche Gegebenheiten

4.1.2 Begrenzte Stoff- und Energiequellen

4.2 Kriterien für die Abgrenzung der Nutzungsringe

4.2.1 Nutzungsschwerpunkt Pflanzenproduktion

4.2.2 Nutzungsschwerpunkt Tierproduktion

4.3 Weitere Kennzeichen der Nutzungsringe

4.4 Bedeutung des Modells und seine begrenzte Gültigkeit

### 5. Zusammenfassung

### 6. Literatur

\*) Wir widmen diesen Beitrag Wolfgang Haber, dessen Fähigkeit, systematische Zusammenhänge in der Vielfalt ökologisch-wissenschaftlicher Sachverhalte und Meinungen zu komprimieren und zu synthetisieren, uns Wege zum ursächlichen Verständnis heutiger (Kultur-)Landschaften gewiesen hat!

## 1 Zielsetzung

Die Kulturlandschaft<sup>1)</sup> ist im Gegensatz zur Naturlandschaft<sup>2)</sup> nicht aus sich heraus ökologisch stabil, sondern bedarf der menschlichen Bewirtschaftung. Ändert sich die menschliche Nutzung, so hat dies auch zwangsläufig Veränderungen im Erscheinungsbild der Kulturlandschaft zur Folge. Wie archäobotanische Zeugnisse belegen, verläuft die Kulturlandschaftsentwicklung stufenweise; denn jedes agrartechnische Niveau schafft eine eigene Kulturlandschaft mit der entsprechenden Vegetationslandschaft (DEIL 1993).

Unter "traditioneller"<sup>3)</sup> Kulturlandschaft wird jene Kulturlandschaft verstanden, die von seit Generationen überlieferten, bäuerlichen Nutzungsweisen geprägt wird. Diese haben sich, v. a. in benachteiligten, ertragsschwachen Gebieten bis Ende der 50er Jahre in ihren Grundzügen erhalten. Sie sind gekennzeichnet durch fehlende Mechanisierung und ein Gebundensein an landschaftliche Vorgaben sowie den Zwang zur Selbstversorgung aufgrund begrenzter Möglichkeiten der Stoff- und Energiezufuhr (kleinbäuerliche Subsistenzwirtschaft, DEIL 1993; vgl. auch Kap. 4.1.).

Das Erscheinungsbild dieser traditionellen Kulturlandschaft ist - im Gegensatz zur modernen Kulturlandschaft - charakterisiert durch Kleinräumigkeit und landschaftsökologische Vielfalt aufgrund nur geringfügig nivellierter ursprünglicher Standortunterschiede. Im süddeutschen Alpenraum haben sich noch bis in die jüngste Zeit hinein eine Vielzahl traditioneller Kulturlandschaftsbestandteile und Landnutzungsweisen erhalten, wie HERINGER (1980) am Beispiel des Berchtesgadener Landes belegt hat.

Die Ursachen für die nur relativ langsam ablaufenden Veränderungen in der Agrarstruktur des Alpen- und Voralpenraumes liegen in der landwirtschaftlichen Benachteiligung des Gebietes<sup>4)</sup>, wo investitionsintensive landwirtschaftliche Neuerungen (z.B.

die Erhöhung des Motorisierungsgrades in den Betrieben) nur sehr allmählich eingeführt werden konnten, weil notwendiges Kapital dafür nicht in dem Ausmaß vorhanden war, wie in produktiveren Gebieten.

Erst mit Hilfe von speziellen Förderprogrammen zur Unterstützung der Bergbauern erfolgte eine durchgreifende Umgestaltung der traditionellen Kulturlandschaft, was zu einer Vereinheitlichung der ehemals reich strukturierten kleinteiligen (vor-)alpenländischen Landschaft führte.

Im Rahmen einer Oberseminararbeit am Lehrstuhl für Landschaftsökologie II der Technischen Universität München (WS 1992/93) ist das Landnutzungsmuster der Gemeinde Kochel a. See für den Zeitraum 1940 - 1950 rekonstruiert worden.

Die Arbeit belegt, wie spezifisch die traditionelle bäuerliche Landbewirtschaftung auf die natürlich vorhandenen Standortunterschiede zugeschnitten war, um die Nachhaltigkeit der Nutzung im Sinne einer Subsistenzwirtschaft<sup>5)</sup> über einen möglichst langen Zeitraum sicherzustellen (vgl. DEIL 1993, HABER 1994)

Infolge der Jahrhunderte andauernden Subsistenz-Landwirtschaft haben allerdings Veränderungen im ursprünglichen Nährstoffniveau der Böden stattgefunden, da die produktivsten Standorte zur Ertragsicherung regelmäßig nachgedüngt worden sind - die produktionschwächsten dagegen durch kontinuierlichen Biomasseentzug ohne Nährstoffrückführung allmählich verarmten. Dies führte aus ökonomischen Gründen zur Ausbildung von Trophiegradienten mit den relativ nährstoffreichsten Standorten in unmittelbarer Nähe der bäuerlichen Anwesen und den nährstoffärmsten an der Peripherie der Gemarkung ("THÜNENSche Ringe", THÜNEN 1850). Belege für derartige Ringe abgestufter Nutzungsintensitäten um ländliche Siedlungen liefern Grünland-Kartierungen von HUNDT (1964) aus Dörfern herzynischer Mittelgebirge, wo er nachweist, daß mit abnehmender Nähe zum Ortskern die

- 1) "Die Kulturlandschaft ist die vom Menschen zur Nutzung gestaltete oder umgestaltete Landschaft" (EWALD 1978).  
"Kulturlandschaften sind naturnahe, historisch geprägte Gebilde, in denen die Vorstellungen und Lebensgewohnheiten früherer Gesellschaften auch in der Gegenwart noch vielfältig wirkende Realität sind" (WEISS 1987).  
"Kulturlandschaft ist ein vom Menschen als Einheit wahrgenommenes räumliches Wirkungsgefüge, das sich aus seiner Naturlandschaft und den Einwirkungen des Menschen ergibt. Kulturlandschaften sind als Stadien von komplexen Prozessen zu verstehen. Ihre Genese ist das Ergebnis von sozioökonomischen, kulturellen und naturräumlichen Faktoren und Wirkungen. Sie sind aber nur Durchgangsstadien im Rahmen einer forstgesetzten Entwicklung" (SMOLINER, WRBKA, PIRKL, PRINZ & BEGUSCH 1994)
- 2) Die Naturlandschaft ist durch fehlende oder nicht nennenswerte Veränderungen durch den Menschen gekennzeichnet (RUPPERT 1976).  
"Naturlandschaften zeichnen sich dadurch aus, daß sie in ihren biotischen und abiotischen Komponenten nicht wesentlich durch menschliche Eingriffe verändert sind. Dort lebende Menschen schöpfen einen (geringen) Teil des Überschusses von der Nettoprimärproduktion des betr. Ökosystems ab (z.B. als Jäger, Sammler).
- 3) "Traditionell" betont die pflegerische Leistung vieler Generationen von Bauern und Bäuerinnen (BROGGI 1992).  
Traditionell bedeutet hier: - Erhaltung des "Produkts" traditionelle Kulturlandschaft; - Erhaltung der Werte der traditionellen Kulturlandschaft mit modernen Arbeitsgeräten und Produktionstechniken und nicht: Bearbeitung der traditionellen Elemente der Kulturlandschaft mit archaischen Arbeitsgeräten (= bäuerlich).
- 4) Berggebiete gelten als benachteiligte Gebiete in Deutschland (vgl. Schaubild 20, S. 123 im Agrarbericht 1993 des BUNDESMINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN).
- 5) Als Subsistenzwirtschaft (Konzept der "Nachhaltigkeit") bezeichnet man ursprünglich eine Art der forstlichen Bewirtschaftung, bei der die Produktionskraft eines Standortes und die jeweilige (Holz-)Ernte so in Einklang gebracht werden, daß langfristig ein möglichst hoher Ertrag gewährleistet ist (nach HABER 1994).

Intensität der Grünlandbewirtschaftung sinkt. In die gleiche Richtung zielen Ergebnisse von SEIBERT & MENHOFER (1991) über Vegetationszonierungen um indianische Siedlungen in andinen Hochlagen Boliviens.

Die Vielzahl kleinteilig wechselnder Nutzungen mit unterschiedlichen Nährstoffbedürfnissen verursacht ein differenziertes, daran angepaßtes Vegetationsmosaik, das sich in dem Maße wandelt, wie die betr. Nutzungen aufgegeben oder intensiviert werden. Denn das Vegetationsmuster einer Kulturlandschaft ist wirtschaftsstufenspezifisch - wie DEIL (1993) am Vergleich zweier Landschaften mit unterschiedlichem Wirtschaftsniveau nördlich und südlich der Straße von Gibraltar belegen kann.

Das Erscheinungsbild von Kulturlandschaften wandelt sich relativ schnell und grundlegend, wenn die Bewirtschaftungsformen verändert werden.

Etliche, ihrer Funktion ledige Elemente der traditionellen Kulturlandschaft bleiben zwar übrig, aber ihr Überdauern ist eher zufällig, in anderen Fällen verursacht ihr Verbleiben in einer modernisierten Kulturlandschaft Kosten (z.B. Landschaftspflegeprogramme).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Beschreibung der verschiedenen Landnutzungsformen in Kochel a. See, wie sie zu einer Zeit vorgekommen sind, als der Arbeitskräfteeinsatz hoch und der Kapitaleinsatz gering war (traditionelle Landwirtschaft). Dargestellt wird hier die "Endzeit" der traditionellen Landwirtschaft in den 40er und 50er Jahren, da im Untersuchungsraum traditionelle Landnutzungsformen noch bis zum Ende der 50er Jahre beibehalten worden sind.

Dieser Zeitraum ist ausgewählt worden, da Quellen über die Landnutzung aus der Zeit vor 1940 nur schwer ortsgetreu zu erschließen sind, dagegen gibt es aus der Zeit der 40er und 50er Jahre noch genügend Zeitzeugen<sup>1)</sup> und Zeitdokumente (Fotos) mit deren Hilfe es möglich ist, die damalige Landbewirtschaftung ortsgenau zu rekonstruieren. Auch vegetationskundliche und pflanzenökologische Untersuchungen im Untersuchungsraum beginnen in dieser Zeit (OBERDORFER 1957, LUTZ 1951, LUTZ & DANCAU 1953) und ermöglichen die räumliche Zuordnung von Vegetationseinheiten im Untersuchungsgebiet.

Da die voralpenländische Kulturlandschaft eine bevorzugte Fremdenverkehrsregion ist, aus der die ortsansässige Bevölkerung einen wesentlichen Teil

ihres Einkommen erwirtschaftet, ist es notwendig, Besucher über den Entstehungsprozeß dieser Kulturlandschaft zu informieren, um damit bei den Gästen Verständnis für bewirtschaftungsbedingte und landschaftsökologische Zusammenhänge zu fördern, einen bewußten Umgang mit empfindlichen Landschaftsteilen zu entwickeln sowie die Einsicht, Verbote und Gebote der Naturschutzbehörden zu akzeptieren.

Hier wird vorgestellt, wie es möglich ist, die komplexen Zusammenhänge, die zur heutigen Kulturlandschaft geführt haben, zu veranschaulichen, zu generalisieren und zu vereinfachen.

Aufbauend auf diesem Modell läßt sich beispielsweise ein Lehrpfad gestalten, über den eine Besucherfamilie im Freilichtmuseum "An der Glentleiten" des Regierungsbezirks Oberbayern oder im Bildungszentrum für "Umwelt und Kultur" im Kloster Benediktbeuern der Bayerischen Staatsregierung die wesentlichen Landnutzungsformen kennenlernt, die zum heutigen Erscheinungsbild dieser Landschaft geführt haben.

## 2 Naturräumliche Voraussetzungen

### 2.1 Naturräumliche Situation und geologischer Untergrund

Im Bereich des Untersuchungsgebiets zwischen Kochel und Großweil (Abb. 1) grenzen zwei naturräumliche Einheiten aneinander:

Der Naturraum "Ammer-Loisach-Hügelland" (Naturraumgruppe "Voralpines Hügel- und Moorland") und der Naturraum "Kocheler Berge" (Naturraumgruppe "Schwäbisch-Oberbayerische Voralpen").

Es lassen sich drei geomorphologische Einheiten unterscheiden (vgl. Abb. 1d):

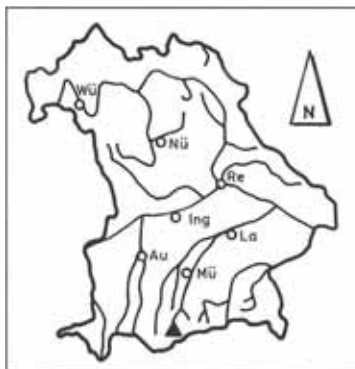
- a) Berge und Erhebungen:  
Kalkalpin, Flysch bzw. Molasse und Moränen,
- b) Moor,
- c) Schotterkegel und -terrassen.

#### 2.1.1 Geologischer Untergrund

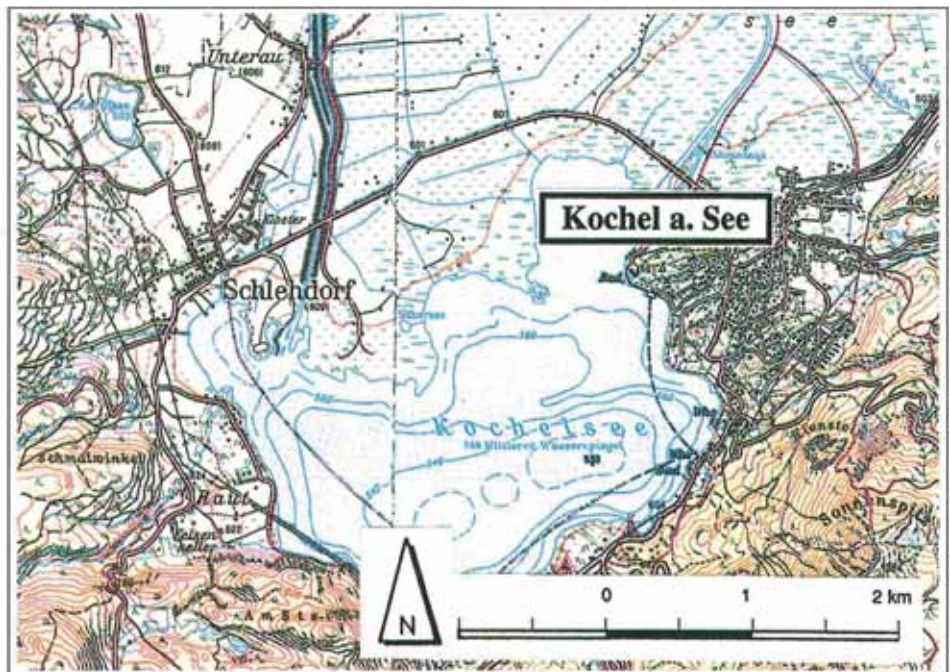
##### a) Berge und Erhebungen

Die kalkalpine Zone ist vorwiegend aus Gesteinen der alpinen Trias (vorwiegend aus Hauptdolomit und Wettersteinkalk) aufgebaut (Abb. 1d). Die eis-

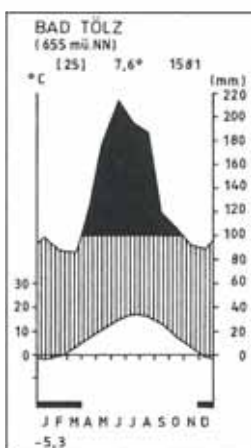
1) Zur Beschreibung der traditionellen Landwirtschaft in Kochel a. See konnte auf die Aussagen ehemaliger Landwirte (v.a. von Herrn Demleitner, Kochel) zurückgegriffen werden, der in mehreren Gesprächen, Auskunft über die Landwirtschaft in den 40er und 50er Jahren gab. Seine Angaben über die einzelnen Nutzungsformen sind mit Hilfe von Luftbildern und Flugkarten aus jener Zeit lokalisiert worden. Daneben lieferte die Erfassung von Restbeständen einschüriger Wiesen, Obstgärten und alter Hecken und Gebüsche Hinweise auf traditionelle Landnutzungsformen. Daneben standen die ältesten Bodenschätzungskarten des Gebietes am BAYERISCHEN GEOLOGISCHEN LANDESAMT zur Verfügung, aus denen die Eignung der Böden für bestimmte Nutzungen hervorgeht. Zusätzlich offenbarten auch die Flurnamen auf Flurkarten interessante Zusammenhänge. Um die historischen Beziehungen zwischen Standort und Nutzungen aufzuzeigen, wurden die rekonstruierten Nutzungskarten mit den alten Bodenschätzungskarten und mit Daten des LANDESAMTES FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (Kreis- und Gemeindestatistik) verglichen.



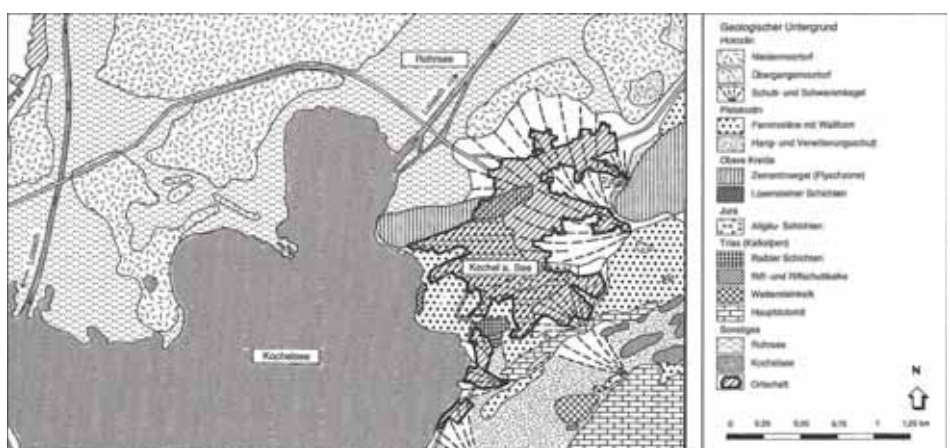
a) ▲ Geographische Lage von Kochel a. See in Bayern



b) Geographische Lage des Untersuchungsgebietes (topographische Karten L 8332 und L 8334).



c) Klimadiagramm von Bad Tölz (1952 - 1980, nach MÜLLER - WESTERMEIER 1990).



d) Geologischer Untergrund im Untersuchungsgebiet. Zusammengefaßt nach der geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000 (8333 Murnau a. Staffelsee und 8334 Kochel a. See, BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1983, 1985)

Abbildung 1

Geographische Lage und naturräumliche Kennzeichnung des Untersuchungsraumes

zeitlich verfüllten Mulden dieser Zone sind Standorte von Almen wie der Kocheler Alm (1250 m ü. NN). Der kalkalpinen Zone vorgelagert sind die Flyschberge. Diese Zone aus weichen Gesteinen verengt sich von Osten nach Westen zunehmend und wird schließlich vom Kochelseebecken unterbrochen.

Jenseits des Sees bildet der Flysch nur noch niedrige Erhebungen aus wie den Klosterhügel von Schlehndorf. Die Höhenzüge von Frauenrain im Norden und des Königsbergs im Westen bestehen aus gefalteter Molasse. Während der Eiszeiten wurde auch das Loisachtal und die Furche Walchensee-Kochelsee bis in Höhen von 1400 m ü. NN von Gletschern durchflossen und geformt.

### b) Moor

Beim Rückzug der Gletscher vor 10 000 Jahren blieb ein von Schmelzwasser erfüllter Talkessel zwischen den Molasserücken, den Flyschbergen und den Kalkalpen zurück. Die Ufer dieses 70 km<sup>2</sup> großen, diluvialen Kochelsees, dessen Wasserspiegel um acht Meter höher als heute lag, entsprechen den Grenzen des heutigen Loisach-Kochelsee-Moores (KNAUSS in BADURA, 1989). Nachdem die Loisach schließlich bei Achmühle den Molasseriegel durchbrochen hatte, blieben das 66 m tiefe, durch tektonische Einbrüche entstandene Kochelseebecken und eine nördlich daran anschließende Flachwasserzone, der sog. Rohrsee, zurück. Im restlichen Gebiet setzte aufgrund seitlicher Schichtquellenaustritte ab dem Präboreal die Moorbildung durch Versumpfung ein.

### c) Schwemmkegel und -terrassen

Parallel dazu drangen von Osten her die Schwemmkegel der Bergbäche ("Lainen" genannt) in das entstehende Moor ein. Die mineralischen Schuttkegel der Bergbäche im Osten stellten - wie die postglazialen Schotterterrassen der Loisach im Westen aufgrund ihrer ackerfähigen, durchlässigen Böden günstige Siedlungsstandorte dar, auf denen die Orte Großweil, Schlehndorf, Kochel und Ried gründeten.

## 2.2 Höhenlage und Klima

Nach der Höhenlage lassen sich die Talorte Kochel (605 m ü. NN) und Großweil (622 m ü. NN) als submontan einstufen. Die höchsten Gipfel der Kalkvoralpen reichen mit fast 1800 m ü. NN bis nahe an die alpine Stufe; die Kocheler Alm liegt dort auf 1250 m ü. NN.

Das Klima weist infolge der Stauwirkung der Alpen ozeanische Züge mit einem Niederschlagsmaximum im Sommer auf (Abb. 1c). Eine geländeklimatische Besonderheit der Tallage stellen häufige Inversionswetterlagen mit Nebel aufgrund von Kaltluftseebildung über dem Moor dar. Häufige Föhnwindbrüche in den Übergangsjahreszeiten (sog. "Sonnenwind") machen das Gebiet im Frühjahr und Herbst temperaturbegünstigt (GANZERT 1991).

## 2.3 Vegetationsüberblick

In den Kalkvoralpen liegt die natürliche Waldgrenze bei 1800 m ü. NN, sie wurde jedoch anthropogen durch Almbeweidung und Rodung um 100 - 200 m herabgedrückt. Die potentielle natürliche Vegetation, die sich nach Beendigung des menschlichen Einflusses einstellen würde, ist auf den Braunerden der montanen bis subalpinen Stufe der Alpen-Heckenkirschen-Tannen-Buchen-Wald (*Lonicero alpigenae-Fagetum*; SEIBERT 1968). Er ist jedoch heute aufgrund Beweidung und Kahlschlag stark verlichtet.

In geschützten, schneereichen Lagen tritt der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) hinzu, während auf Dolomitverwitterungsböden trockener Lagen natürlicherweise Schneeheide-Kiefernwälder (*Erico-Pinetum sylvestris*) vorkommen, die zudem durch Waldweide und Brand begünstigt wurden (vgl. Flurname "Kienstein" oberhalb Kochel; "Kien" = Föhre).

Im Bereich der Flyschzone bzw. der tertiären Molasse mit ihren fruchtbaren, nadelholzfördernden (-da sauren) Gesteinen würde der montane Labkraut-Buchen-Tannen-Wald (*Galio rotundifolii-Abietetum*) dominieren, der heute größtenteils durch anthropogene Fichtenforste abgelöst ist.

Erst in der hochmontanen Stufe gewinnt die Fichte (*Picea abies*) auch natürlich an Bedeutung. Bachrinnen und Quellaustritte sind die natürlichen Standorte von Grauerlen-Eschen-Wäldern (*Fraxino-Alnetum incanae*).

Die potentielle natürliche Vegetation der Braunerden aus Moränenmaterial stellen Tannen-Buchen-Mischwälder dar, während die flußfernen Niederterrassen und die feinerdereichen Aueböden der Schwemmkegel geophyten- und hochstaudenreiche Bergahorn-Eschen-Wälder (*Adoxo moschatellinae-Aceretum*) tragen sollten (PFADENHAUER 1969). Reste davon finden sich z. B. am Lainbach bei Ried. Langsam fließende, kleinere Bäche wären ohne menschlichen Einfluß durch einen schmalen Grauerlensaum (*Alnus incana*) gekennzeichnet.

Eine Besonderheit innerhalb der voralpinen Flüsse ist die Loisach. Wie schon ihr Name verrät, der idg. "lieb, angenehm" bedeutet, ist ihre Dynamik und Geschiebeführung aufgrund des vorgeschalteten Sedimentationsbeckens Kochelsee gebremst. Sie wird daher nicht von typisch zonierten Grauerlen-Auewäldern (*Alnetum incanae*), sondern von Trauben-Kirschen-Eschen-Wäldern (*Pruno-Fraxinetum*) begleitet.

Die potentielle natürliche Vegetation der kalk- und saueroligotrophen Reichmoore (Niedermoore) sind Groß- und Kleinseggenrieder, die sich bei ungestörter Sukzession auf nicht ständig überfluteten Standorten zu Erlenbruchwäldern (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*) entwickeln. Große Teile davon wurden v. a. seit der Jahrhundertwende als Streuwiesen genutzt. Für diesen Zweck wurden auch natürliche Schwarz-Erlen-Bruchwälder (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*) gerodet.



Weitere großflächige Entwässerungen ermöglichen seit den 50er Jahren die Ausweitung der Grünlandnutzung ins Moor. Die Hochmoorbereiche waren ursprünglich durch meist baumfreie Hochmoorweiden, evtl. mit randlichem Latschen- (*Pinus mugo* ssp. *mugo*) oder Spirken- (*Pinus rotundata* var. *arborea*) aufwuchs gekennzeichnet. Durch umfassende Entwässerungen wurde auf ihnen die Sukzession zu Birken-Föhren-Wäldern beschleunigt (LUTZ 1950, 1951).

### **3 Landnutzung in Kochel a. See in den 40er und 50er Jahren**

#### **3.1 Allgemeine Situation der Landwirtschaft**

##### **3.1.1 Nachwirkungen der Klosterherrschaft**

Von entscheidender Bedeutung war der Einfluß des Klosters Benediktbeuern, welches seit seiner Gründung im Jahr 739 als kulturelles Zentrum die planmäßige Erschließung des Umlandes vorantrieb. Bis zur Säkularisation 1803 befand sich die Kocheler Flur in seinem Besitz; danach übernahm der Staat die Klosterflächen (BADURA 1989, DEMLEITNER 1983).

Die mit dem ehemaligen klösterlichen Grund verbundenen Rechte der Landwirte blieben auch nach der Säkularisation (1803) bestehen, so z. B. das Recht auf Holzentnahme für die sog. "Hausnotdurft", d. h. für Brenn- und Bauholz oder von "Wuhrholz" zum Verbau der Wildbäche sowie die Entnahme von Laubstreu in den Wäldern und die (Wald-) Weiderechte.

Die Talflächen und die sog. "Teilwälder" (Berechtigungswälder) gingen später in den Besitz der jeweiligen Nutzungsberechtigten Bauern über. Die Nutzung der ehemaligen, ungeteilten Klosterflächen (vor allem Weideflächen) durch die Dorfgemeinde war durch Rechte geregelt, die z. T. bis heute Gültigkeit besitzen.

42 Anwesen (sog. "Rechtler"), haben den Anspruch auf "gmainen Blumenbesuch" auf gemeinsamen Hutungs- und Almweideflächen, die seit den 60er Jahren in Form von Genossenschaftsalmen auf staatlichem Grund bewirtschaftet werden.

Das Waldweiderecht auf den Heimweiden erlosch in den 60er Jahren, nachdem es zehn Jahre lang nicht mehr genutzt worden war (vgl. dazu Abb. 4/links und 5: Rückgang der Hutungsflächen an der LF).

##### **3.1.2 Betriebsstruktur**

Im gesamten Gemeindegebiet von Kochel, zu dem insgesamt elf Gemeindeteile gehören, existieren nach der GEMEINDESTATISTIK von 1949/50 noch 104 landwirtschaftliche Familienbetriebe. Die Betriebsgröße lag bei einem Drittel der Betriebe unter 5 ha (Abb. 2). Auf kleinbäuerliche Verhältnisse weist auch die Tatsache hin, daß 1949/50 neben

78 Pferden und einer unbekanntenen Zahl von Ochsen noch 61 Milchkühe zur Feldarbeit eingespannt wurden (Abb. 3). Schlepper waren laut Herrn DEMLEITNER (mdl.) bis Ende der 50er Jahre eine Seltenheit.

#### **3.1.3 Wirtschaftsformen**

Die natürlichen Voraussetzungen, d. h. Höhenlage, Niederschlagsmaxima im Sommer sowie die kurze Vegetationszeit (ca. 200 Tage) mit nur dreimonatiger Frostfreiheit, begünstigen Grünlandwirtschaft mit Milchviehhaltung. Getreideanbau ist aufgrund mangelnder Reifezeit und drohender Pilzkrankheiten mit großem Aufwand und Risiko verbunden. Er wurde daher schon immer nur zum Zwecke der Selbstversorgung betrieben, wohingegen die Viehhaltung laut DEMLEITNER (mdl.) schon vor dem II. Weltkrieg auch den Verkauf von marktfähigen Produkten einschloß (Milch, Jungvieh und Zugochsen).

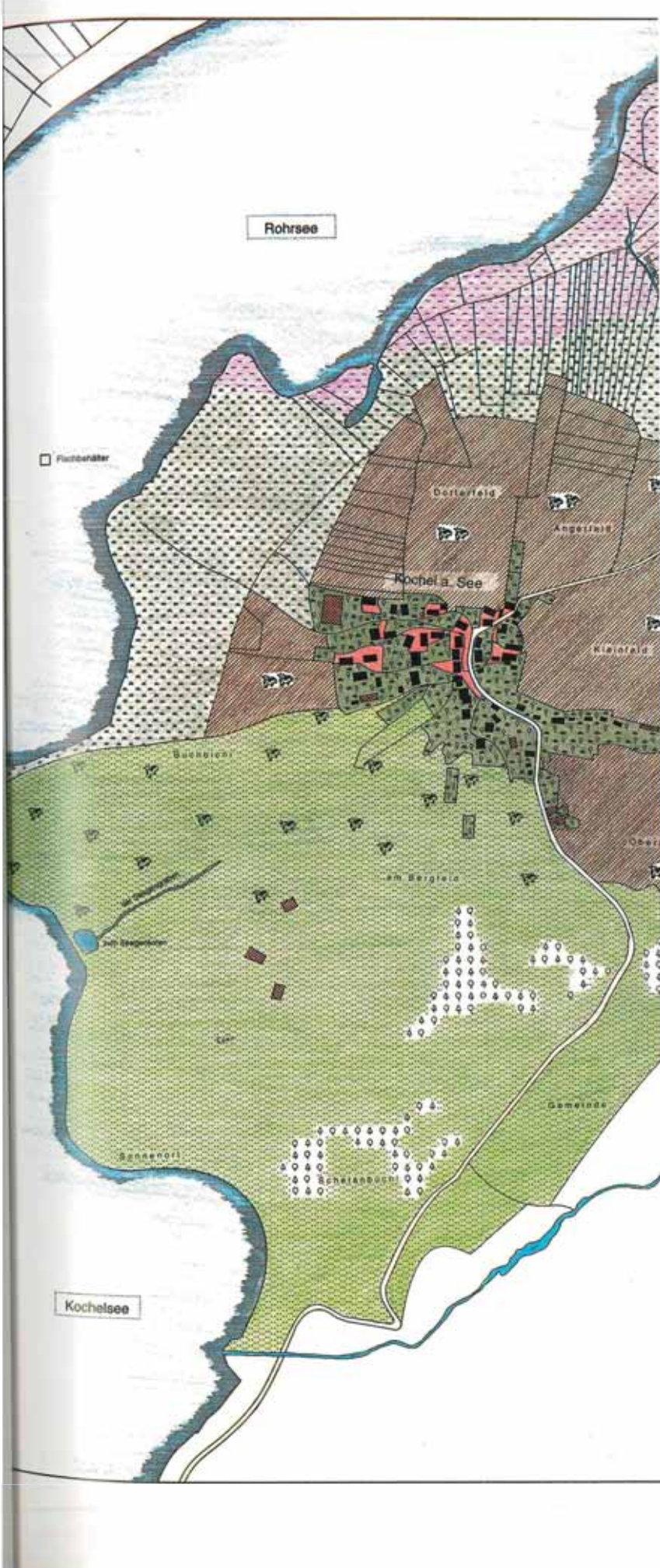
Eine an das Voralpenklima angepaßte Wirtschaftsform stellt die Egartwirtschaft (Ehgart-, Eggartwirtschaft) dar. Die "Feldgraswirtschaft", wie die Egartwirtschaft auch bezeichnet wird, basiert auf einer Wechselkultur zwischen Ackerbau und Grünland. SCHNETZ (1952) deutet den Namen "Die Egart" als brachliegendes Ackerland, das längere Zeit nicht bebaut wurde.

Der Vorteil dieser Wirtschaftsweise gegenüber der Dreifelderwirtschaft liegt nach HERINGER (1981) im Fehlen der Schwarzbrache. Unter der genutzten Grasnarbe bildet sich Humus für die darauffolgende Ackernutzung: Eine alte Wiese ergibt einen jungen Acker.

#### **3.2 Elemente der traditionellen Kulturlandschaft - Nutzung, Standorteigenschaften und Vegetation**

Die Beschreibung der einzelnen Elemente und deren Nutzungsformen erfolgt getrennt nach Tier- und Pflanzenproduktionsflächen und ausgehend vom Ortsinneren nach außen zum Rand der Gemarkung. Dabei werden Flächen der Tierproduktion nach unserer Definition dadurch gekennzeichnet, daß die pflanzliche Biomasse direkt dem Vieh als Futterquelle dient. Es handelt sich deshalb hauptsächlich um Weiden. Der Aufwuchs der Flächen für Pflanzenproduktion wird hingegen vom Menschen gemäht und portionsweise an das Vieh verfüttert, nachdem es vom Menschen, z. B. in Form von Heu, aufbereitet wurde.

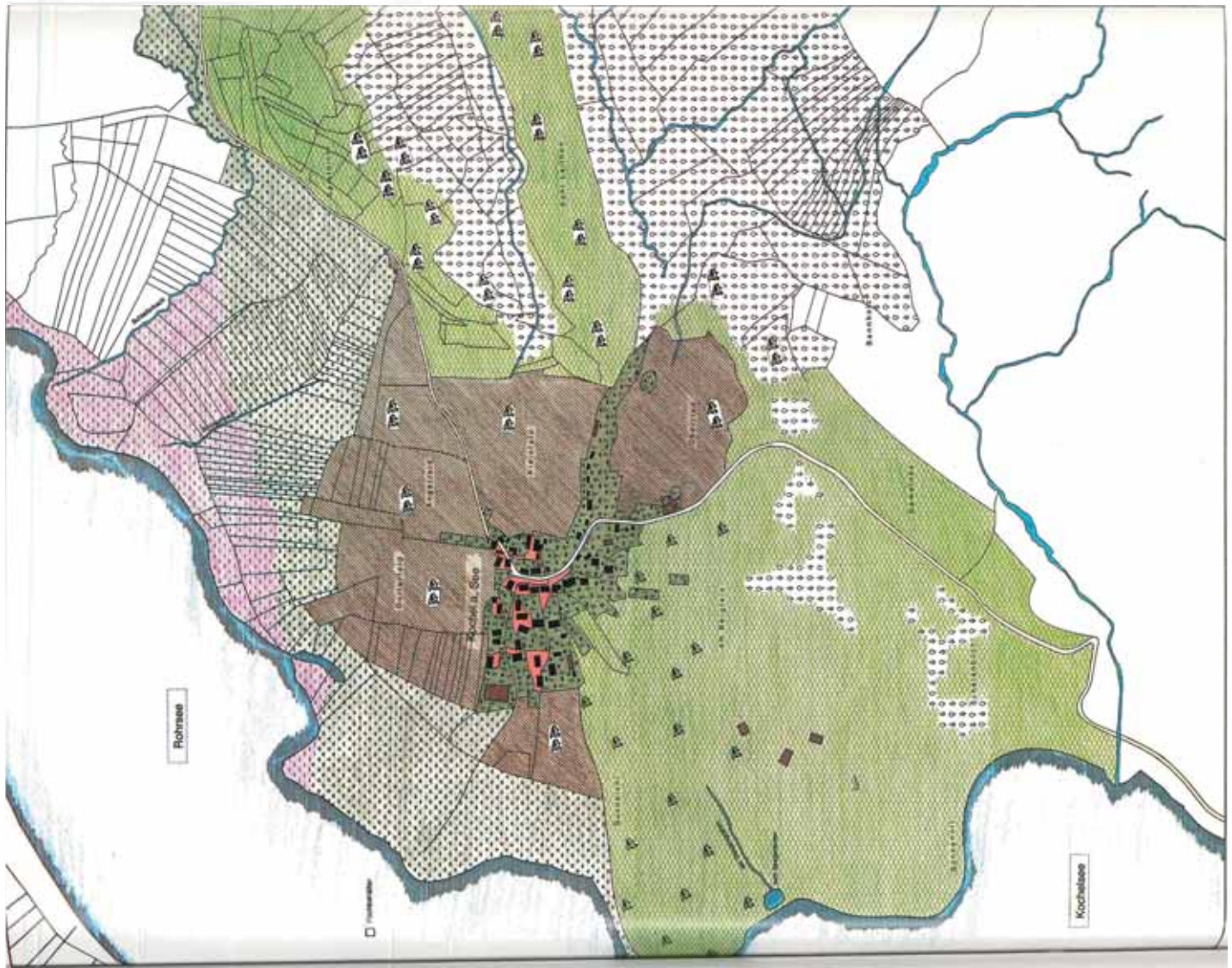
Die Beschreibungen der Flächennutzungen werden um Angaben zur Vegetation ergänzt. Dabei wird die Vegetation nur dann näher beschrieben, wenn dazu aus dem Raum um Kochel bislang keine Untersuchungen vorliegen bzw. eine Übertragung der Ergebnisse von Vegetationsbeschreibungen aus anderen voralpinen Gebieten nicht möglich ist; anson-



Karte 1

Karte 1

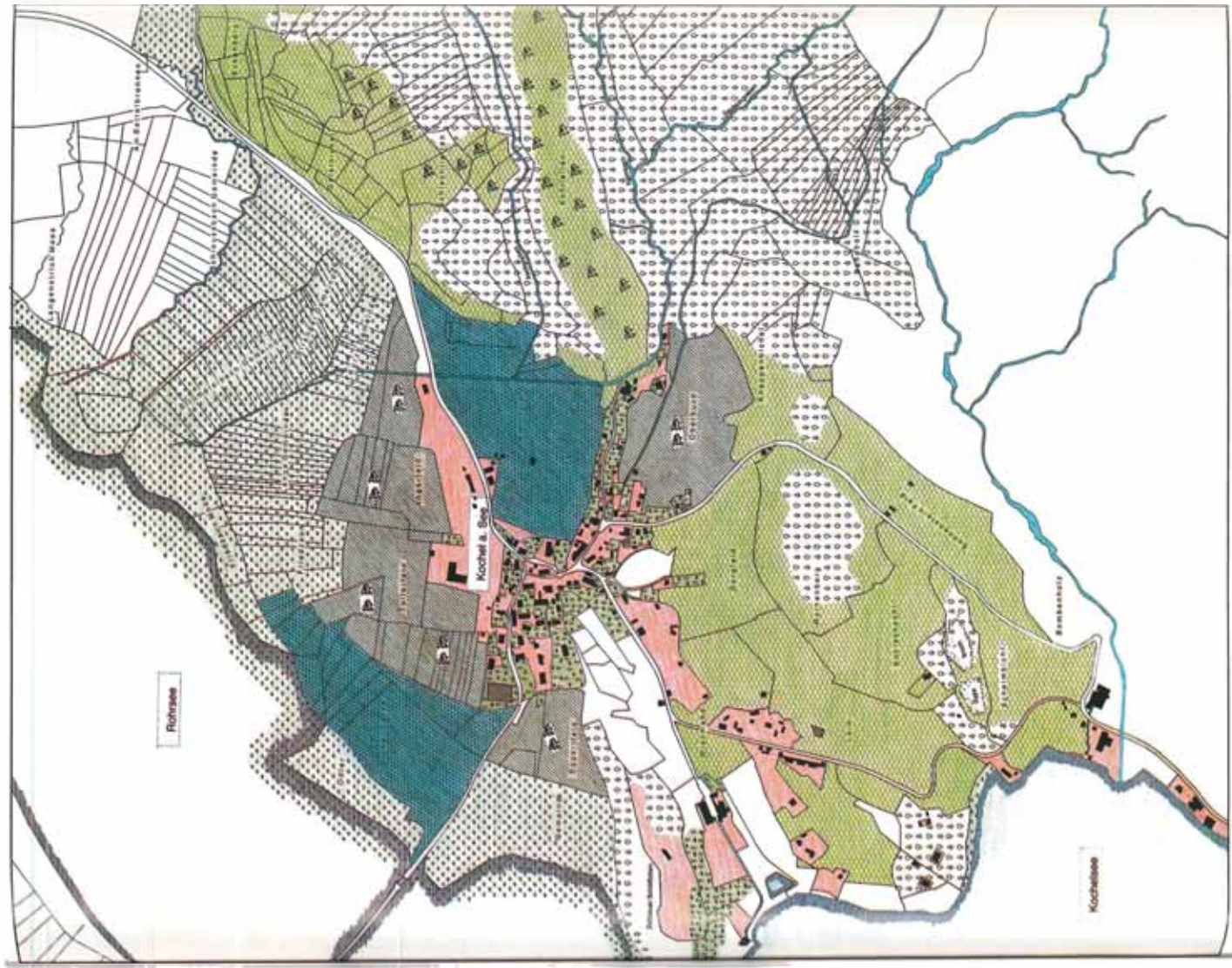
Flächennutzung der Ortschaft von Kochel a. See  
zu Beginn des 19. Jahrhunderts



- Obengrün
- Krautgrün
- Egerl-Felder
- Wiesen- & Fliesen
- Streuobst
- Mischkultur (e. eingezäunt)
- Mährg
- Wald
- Waldweide
- Ordnung
- Fließgewässer
- offene Wiesenfläche
- Grenze der Ortschaft

OTT, JOHANNES, SCHNEPP & CORNY  
 Institut für Kulturland, Ländlich & Stadtländl 1985  
 Landeskart für Landschaftsplanung &  
 der Fachhochschule München

Maßstab  
 1:50.000  
 0 100 200 300 400 500 m



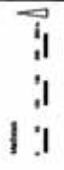
Kürztz 2

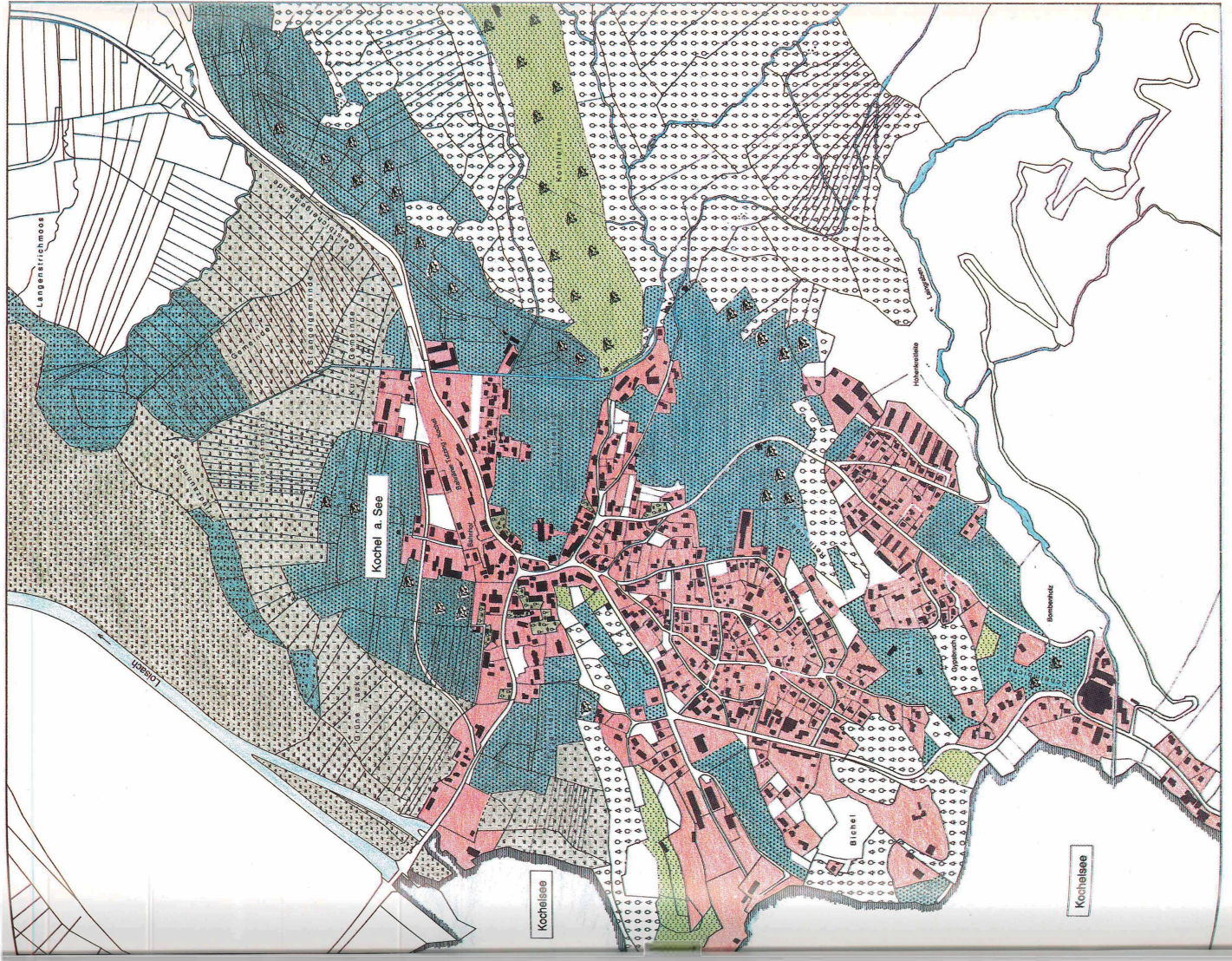
Flächennutzung der Ortsflur von Kochel a. See

zu Beginn des 20. Jahrhunderts  
(nach der Trockenlegung des Rührsees)

- Obgetreide
- Krautgetreide
- Spargelacker
- zweischichtige Weiden
- Weidenaufläuter
- Strohweiden
- Heide
- Weideweiler
- Gabelack
- Flugsandweiden
- obere Weidenweiden
- Grenze der Ortschaft
- Flurnamen

UTTM, KÖCHERLIN, SCHNEIDER & SCHNEIDER  
 Institut für Landschaftslehre & Landschaftsplanung  
 der Technischen Universität München





Karte 3

Fillchennutzung der Ortsflur von Kochel a. See  
1993

- Obgetriebe
- Weizenfeld Flächen
- Extensiv genutzte Weide
- Ackergrünland
- Ackergrünland mit und ohne Bewässerung
- Niedrigliegendes weiches Ackergrünland, Bruchwäldchen und Bruchweiden
- Bruchweiden
- Bruchwäldchen
- Niedrigliegendes weiches Ackergrünland zwischen Bruchwäldchen und Bruchweiden
- Waldfrucht
- Gebüsche
- Pfeifengraben
- Offene Wasserfläche wie Kochelsee
- Ortsteil der Dofur
- Parkanlagen

UTM, KOCHWALD, SCHNEPP & SCHNEPP  
Institut von BILDUNG, KULTUR & ZIELER 1993  
Lehrstuhl für Landschaftsplanung &  
der Technischen Universität München

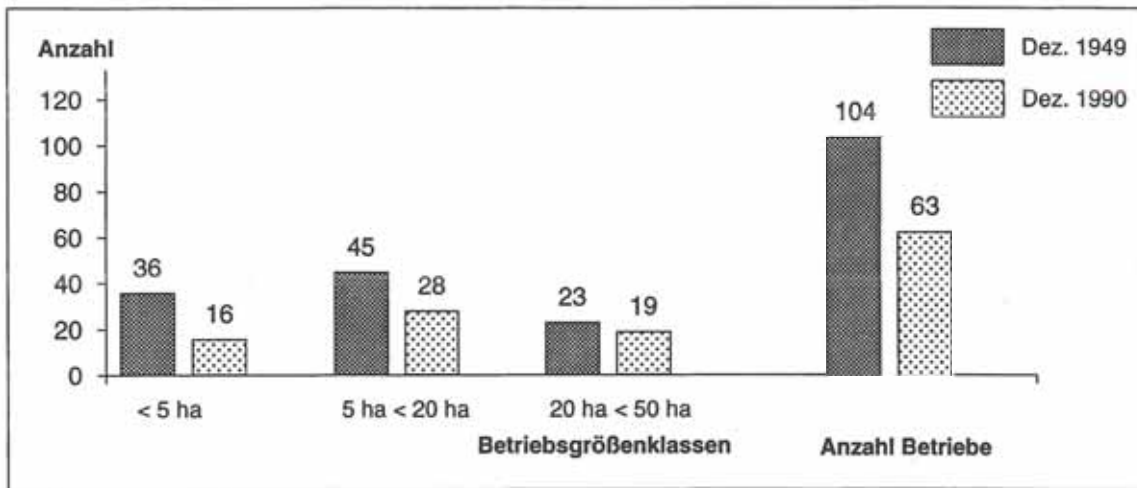


Abbildung 2

Veränderungen in den Betriebsgrößenklassen der Gemeinde Kochel a. See zwischen 1949 und 1990 (BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1950, 1991)

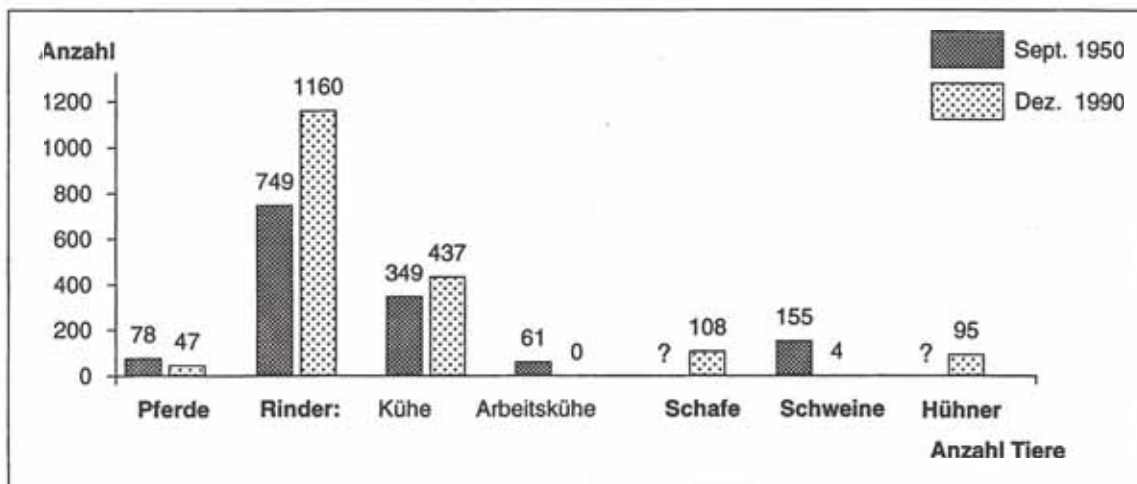


Abbildung 3

Veränderungen im Viehbestand der Gemeinde Kochel a. See zwischen 1950 und 1990 (BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1950, 1991)

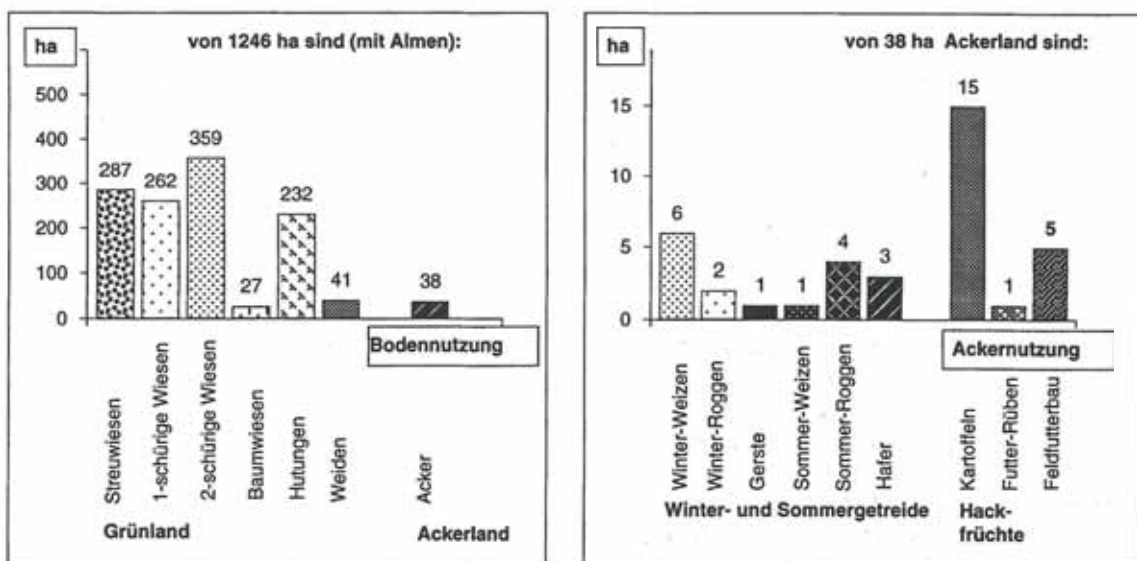


Abbildung 4

links: Bodennutzung in der Gemeinde Kochel a. See 1949; rechts: Ackernutzung in der Gemeinde Kochel a. See 1949 (BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1950)

zu Abbildung 2 -5:

Die Angaben über die Betriebsgrößen und Viehzahlen (Abb. 2 u. 3) sowie die Flächenanteile der verschiedenen Nutzungen (Abb. 4 u. 5), beziehen sich auf die Großgemeinde Kochel a. See, die insgesamt elf Ortsteile umfaßt. Einzeldaten über die Flächennutzung der Kocheler Höfe waren aus Datenschutzgründen vom Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung nicht zu erhalten. Die Verteilung der Flächennutzungen um den Ort Kochel kann anhand der Pläne 21 - 3 nachvollzogen werden.

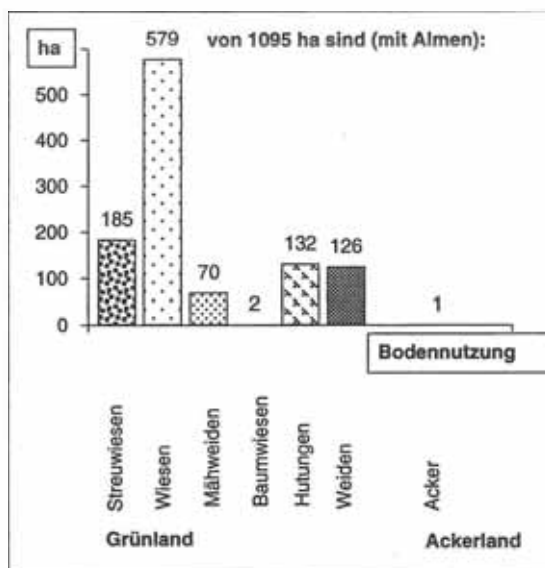


Abbildung 5

Bodennutzung in der Gemeinde Kochel a. See 1990 (BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1991)

sten wird auf die entsprechenden vegetationskundlichen Arbeiten verwiesen.

Die quantitativen und qualitativen Veränderungen im Flächennutzungsmuster der Gemeinde Kochel am See zwischen 1800 und 1990 sind aus den Karten 1 bis 3 deutlich ablesbar (verändert nach BUR-GARD, GUTSER & ZIEGLER 1992). Die Verhältnisse der 40er und 50er Jahre sind in Karte 2 abgebildet.

### 3.2.1 Flächen der Pflanzenproduktion

#### 3.2.1.1 Die Gärten (Übersicht 1)

##### a) Der Hausgarten

Nutzung:

Der Hausgarten oder "Wurzgarten" lag gemäß seiner Funktion als Lieferant täglich benötigten Grünzeuges und Blumenschmuckes schnell erreichbar am Haus. Er wurde mit verrottetem Stallmist gedüngt. Die Böden der Hausgärten sind deshalb sehr humos und nährstoffreich. Durch regelmäßige Pflege wie Unkrautjäten und Hacken, sowie durch die Ernte entstehen regelmäßig wiederkehrend offene Stellen, die von annualen Hackfrucht-Wildkräutern immer wieder neu besiedelt werden (zur Beschreibung von Garten-Wildkrautgesellschaften in submontanen bis montanen Höhenlagen vgl. HÜGIN 1990).

##### b) Der Obstgarten

Nutzung:

"Kochel liegt zum großen Teil unter Obstbäumen versteckt", schreibt ein Führer des VERSCHÖNERUNGSVEREINS KOCHEL aus den 20er Jahren, aber auch Luftbilder aus den 40er Jahren lassen erkennen, welche dominierende Rolle Obstbäume im Ortsbild von Kochel spielten. Sie zeigen ausgedehnte Obstgärten mit Bäumen verschiedenen Alters (Fotos 1 und 2). Man pflanzte und vermehrte Lokalsorten von Apfel, Birne, seltener Zwetschge aus Wildlingen und Edelreisern. Ein mächtiger Birnbaum bildete oft den Hausbaum, in dessen Schatten früher der Grasschnitt gelagert wurde. An der südseitigen Hauswand wurden Kirschen und Aprikosen als Spalierobst gezogen. Die wärmeliebenden Nußbäume von Kochel fielen 1956 dem kalten Winter zum Opfer (DEMLEITNER, mdl.). Der Anbau des Obstes diente der Selbstversorgung mit Frischobst und Obstprodukten. Den bei der Schnapsbrennerei anfallenden "Treber" verfütterte man an das Vieh. Viele der "Baumgärten" gingen direkt in "Grasgärten" über. In beiden wurde "eingegrast", d. h. Grünfutter nach Bedarf kleinflächig mit der Sense gemäht. Aufgrund der reichlichen Mist- und Jauche("Odel")-Düngung im Herbst waren die Wiesen sehr ertragreich, d. h. zwei- bis dreischürig. Im Herbst wurde mit Schafen nachbeweidet, ansonsten suchten hier die Hühner nach Futter. Der Garten diente daneben als Lagerplatz für Brennholz, Dachplatten und Stangenholz, das meist gegen eine Astgabel gelehnt wurde. Zum Schutz gegen das Weidevieh, war er von einem Holzzaun, oft auch von einer Hecke, die u. a. Holunder (*Sambucus nigra*) enthielt, umgeben. Obstbaumreihen wurden auch entlang von Straßen und Wegen gepflanzt, wo sich häufig heckenartige Gehölzstreifen aus verwilderten Zwetschenbäumen entwickelten.

Vegetation:

Das obstbaumbestandene Grünland (Obstgarten, Baumgarten) nimmt innerhalb des Wirtschaftsgrünlandes eine eigene Stellung ein. Die vorherrschenden Grünland-Nutzungen sind zwei- bis dreischürige Wiesen oder Jungviehweiden. Die Vegetation ist dem *Lolio-Cynosuretum* Br.-Bl. et de L. 36 n. inv. Tx. 37, montane *Alchemilla vulgaris*-Form, Subass. von *Ranunculus ficaria* anzugliedern. Diese Subassoziation des *Lolio-Cynosuretum* kann als typisch für die hofnahen Obstanlagen im bayerischen Alpenvorland gelten, wie Vegetationsaufnahmen aus dem Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen (LANGENSIEPEN & OTTE 1994) sowie dem Inntal bei Neubeuern a. Inn (WIESINGER & OTTE 1991)



**Foto 1:** Luftbild von Kochel aus den 40er Jahren  
(Blick nach Südwesten; im Vordergrund Kramerleite, im Hintergrund Glentleite) (5)



**Foto 2:** Obstgarten mit Blick auf Kochel (5)



## Flächen der Pflanzenproduktion: Die Gärten

| Nutzung        | Regionale Bezeichnung | vorherrschende Vegetation               | Pflanzensoziologische Benennung  |
|----------------|-----------------------|---|--|
| a) Hausgarten  | "Wurzgarten"          | Einjährige Garten-Unkrautgesellschaften | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Chenopodio-Oxalidetum fontanae</i> );<br>vgl. OBERDORFER 1983             |
| b) Obstgarten  | "Baumgarten"          | Geophytenreiche Weidelgras-Weide        | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br><i>Lolio-Cynosuretum ranunculetosum</i> ;<br>vgl. LANGENSIEPEN & OTTE 1994 |
| c) Krautgarten |                       | Einjährige Garten-Unkrautgesellschaften | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Chenopodio-Oxalidetum fontanae</i> );<br>vgl. OBERDORFER 1983             |

belegen. Der oben erwähnte Reichtum an Kleinstrukturen wie Baumstämmen und -scheiben, baumfreien Flächen, Zäunen, Schuppen, Holzstapeln, Holzbauten u. a. verursacht auf den Flächen hohe Artenwechselraten und damit auch verschiedene Ausbildungen der Pflanzengesellschaft: Die magerste Ausbildung von *Luzula campestris* tritt nur auf Flächen unter Weidezäunen auf, wo sich vom Tritt des Weideviehs verschont, ein "Wall" mit eigenen Standortbedingungen ausgebildet hat. Auf intensiver beweideten, zertretenen und offenen Stellen unter Bäumen entwickeln sich annuelle Arten, wie *Stellaria media*, die sich in der verletzten Grasnarbe rasch ausbreiten. Aspektbildend im Frühjahr sind auf fast allen Obstwiesen und -weiden Geophyten wie *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *Gagea lutea*, *Leucojum vernum* und *Chrysosplenium alternifolium*.

Die Obstgärten zeichnen sich außerdem auch durch einen besonders hohen Reichtum an Tierarten aus, der in der Vielfalt zoologisch bedeutsamer Habitatstrukturen begründet ist. Hochstämmige Obstbäume mit Naturhöhlen bieten Lebensraum für gefährdete, höhlenbewohnende Vogelarten und Kleinsäuger (vgl. dazu REICH 1988).

### c) Der Krautgarten

Nutzung:

Krautgärten dienen dem Anbau von "Kraut und Rüben", d. h. von Blau- und Weißkraut, Roten, Gelben und Runkelrüben. In Notzeiten wurde sogar Tabak angebaut. Gegen die offene Feldflur war der Krautgarten mit einem Bretterzaun als Schutz gegen Wildverbiss und das im Herbst weidende Vieh abgegrenzt.

Vegetation:

Die Vegetation dieser Flächen entspricht derjenigen der Egart-Ackerflächen (vgl. 3.2.1.2).

#### 3.2.1.2 Die Egartflächen (Übersicht 2)

### a) Die Äcker

Nutzung:

Die Egartflächen bilden eine weitere intensive Nutzung, die vom Dorf in die extensive Wiesen- und

Weidenlandschaft überleitet. Es handelt sich dabei (wie erwähnt in Kap. 3.1.3) um die alpenländische Form der Acker-/Grünlandwechselwirtschaft (OPITZ von BOBERFELD 1987) auf den besten Lehmböden der Schotterkegel (Bodenwertzahlen zwischen 40 und 60). Wie FRAAS (1851) schreibt, entstand die "Oedgartenwirtschaft" dort, "wo man des Rasens nur schwer Herr werden konnte und sein Nachwuchs bald wieder trefflichen Graswuchs gab, wo die Bevölkerung gering, die Fläche aber groß war...", d. h. in dünn besiedelten Grünlandgebieten.

Mehreren Grünlandjahren mit zweischüriger Mahd folgt der Umbruch auf den besten Böden und der Anbau von Ackerfrüchten. Alljährlich wird so ein Teil des Ackerlandes wieder der Selbstbegrünung überlassen, dafür ein anderer, geeigneter Teil durch Umbruch hinzugefügt. "Da ist denn ein Theil der Fläche immer als Oedgarten zur Weide oder Mahd benützlich und wer z. B. 24 Tagwerke hat, bricht jährlich eben vier davon frisch um und läßt vier schon "ausgetragene" dafür liegen", so schreibt FRAAS 1851.

20 bis 30 % der Egartfläche wurden nach SCHINDLER (1953) im Idealfall ackerbaulich genutzt. In Kochel lag der Ackeranteil nach der BODENNUTZUNGSERHEBUNG 1949/50 bei rund 10 % (BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1950).

Heute erkennt man die ehemals als Egartflächen genutzten Parzellen am glatt und eingeebnet aussehenden Relief heutiger Wiesen. Auch alte Flurnamen mit der Endung "-feld", z.B. "Egartfeld" in Kochel weisen darauf hin (vgl. Karten 1 - 3). Und noch heute nennen die Landwirte ihre besseren Wiesen "Feld".

Auf den flach geneigten Schotterkegeln um Kochel war eine Terrassierung der Egartflächen nicht nötig. In der weiteren Umgebung, z. B. bei Königsdorf, lassen sich noch heute ehemalige Egart-Terrassen auf den steileren Moränenabhängen erkennen (vgl. Fotos 3 bis 7). Die Schlaggröße war abhängig von der Anzahl der zu ernährenden Familienmitglieder, sie lag pro Fruchtart bei ca. 0,5 Tagwerk. Der Flä-

## Flächen der Pflanzenproduktion: Die Egärten

| Nutzung             | Regionale Bezeichnung                                    | vorherrschende Vegetation   | Pflanzensoziologische Benennung   |
|---------------------|--|---|---|
| Acker               | "Eggart",<br>"Ehgart"                                    | Ackerwildkraut-Gesellschaften (Klatsch-Mohn- und Spörgel-Gesellschaften)  | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Papaveretalia rhoeadis</i> , <i>Sperguletalia arvensis</i> )   |
| Zweischürige Wiesen | "Eggartheu"-<br>Ackerheu-<br>Wiesen"<br><br>"Moorwiesen" | Kräuterreiche Goldhaferwiese<br><br>("Goldhaferreiche-Egärten")<br><br>Kohldistel-Goldhaferwiese<br>und<br>Flutrasen<br>("Queckenreiche-Egärten") | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> ( <i>Poo-Trisetum flavescens plantaginetosum</i> ) (GANZERT 1990)<br>"Trisetum flavescens-Egärten" (OPITZ von BOBERFELD 1987)<br><i>Poo-Trisetum flavescens cirsietosum</i> (GANZERT 1990)<br><i>Agropyro-Rumicion</i> -Ges.,<br>"Elymnus repens-Egärten" (OPITZ von BOBERFELD 1987) |

chenanteil der einzelnen Feldfrüchte an der Ackerfläche in Kochel a. See vom Jahr 1949 ist aus Abb. 4b ersichtlich; Hauptkulturarten waren Weizen und Kartoffeln.

Anschließend sei ein Fruchtfolgebeispiel der Egartwirtschaft nach SCHINDLER (1953) sowie DEMLEITNER und BURGHARDT (mdl.) angegeben:

1. Jahr: (nach Wiesenumbbruch) Hafer oder Flachs,
2. Jahr: (nach Mistdüngung im Herbst des 1. Jahres) Kartoffeln,
3. Jahr: Weizen,
4. Jahr: Roggen oder Gerste, anschließend Wiesen-Neueinsaat.

Stets angebaut wurden Kartoffeln und Roggen, die anderen Fruchtfolgeglieder dagegen nur wahlweise. Wichtig war dabei jedoch die Einhaltung der Anbaupausen, z. B. bei selbstunverträglichen Fruchtarten wie Flachs (6 - 8 Jahre), Hafer, Weizen, Gerste und Kartoffel (3 - 4 Jahre). Lediglich Roggen wurde als selbstverträgliche Art mehrmals hintereinander angebaut. Die Fruchtfolge war abgestimmt auf die unterschiedlichen Ansprüche der Arten an Nährstoffgehalt und Garezustand des Bodens. Auch Mischsaaten von Weizen/Roggen sowie Hafer/Sommer-Gerste waren üblich. Angebaut wurden Lokalsorten, die durch Langstrohigkeit gekennzeichnet waren, da das Stroh als Einstreumaterial begehrt war.

Kartoffeln und die Brotgetreidearten Roggen und Weizen dienten überwiegend der menschlichen Ernährung. Gerste wurde z.T. in Form von Gerstensuppe verzehrt bzw. als Hühnerfutter verwendet. Hafer fütterte man den Arbeitspferden. Flachs ("Haar") wurde zu Leinen verarbeitet und große Leinenballen galten als Zeichen von Wohlstand.

In die Stoppel der abgeernteten Felder säte man "Heublumen"-Samen, d. h. die in der Tenne ausgefallenen Samen des "Wiesheus". Es handelt sich dabei v. a. um Gräser mit geringem Futterwert, wie Weiche Trespe (*Bromus hordeaceus*), Ruchgras

(*Anthoxantum odoratum*) und Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*).

Beim Getreideanbau stellte die kurze Vegetationszeit (ca. 200 Tage) ein Problem dar. Bei ungünstiger Witterung mußte das Getreide unreif geerntet und vier bis sechs Wochen in der Tenne nachgereift werden. Die Ernte des Getreides erforderte einen hohen Arbeitskräfteeinsatz. Nach der Sensenmäh wurden Garben gebunden, welche zu mehreren in Form von "Puppen" (sog. "Mannl") zur Trocknung aufgestellt wurden. Der Drusch erfolgte auf dem Hof mit mobilen Dreschmaschinen.

Vegetation:

Vegetationsaufnahmen der Egartflächen des Alpenvorlandes aus der Zeit der traditionellen Landnutzung sind den Autorinnen nicht bekannt. Allerdings liegen von dort neue Vegetationsaufnahmen (1986 bis 1992) aus Getreideäckern vor, die im Zuge der Kontrollarbeiten für die Durchführung des "Artenhilfsprogramms zum Schutz der Ackerwildkräuter" dokumentiert worden sind (MATTHEIS & OTTE 1992) und die die Artenkombinationen herbizidfrei bewirtschafteter Getreideäcker auf verschiedenen Ackerstandorten belegen (Tab. 1).

Die Ackerwildkrautgesellschaften (Klasse *Stellarietea mediae*) des Alpenvorlandes lassen sich nach HÜPPE & HOFMEISTER (1990) einerseits dem basischen Flügel (Klatsch-Mohn-Gesellschaften, *Papaveretalia rhoeadis*) und andererseits dem neutralen bis sauren Flügel (Spörgel-Gesellschaften, *Sperguletalia arvensis*) der Gesellschaften zuordnen.

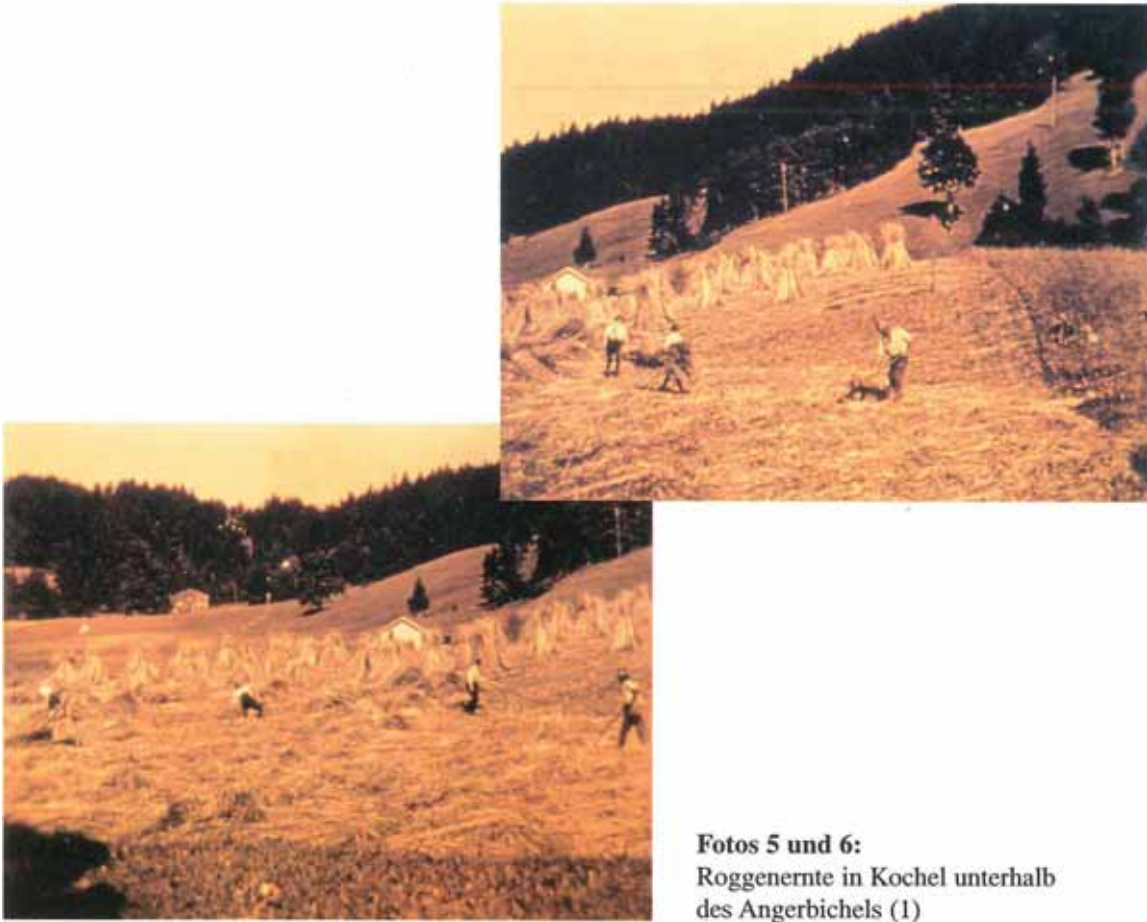
Klatsch-Mohn-Gesellschaften (*Papaveretalia rhoeadis*): Auf lockeren, trockenen, kalkreichen Ackerstandorten kommen Adonisröschen-Gesellschaft (*Adonidetum flammeae*, Spalte 1, Tab. 1) und Nachtlitnelken-Gesellschaft (*Papaveri-Melandrietum noctiflori*, Spalten 2-9, Tab. 1) vor. Typische Kalkzeiger sind in diesen Gesellschaften neben Adonisröschen (*Adonis aestivalis*) und Nacht-Litnelke (*Silene noctiflora*), Ackerröte (*Sherardia arvensis*),



Foto 3: Wiesenumbbruch in der Egartfläche (2)



Foto 4: Ochsespann mit einer Egge auf dem Wagen (2)



**Fotos 5 und 6:**  
Roggenernte in Kochel unterhalb  
des Angerbichels (1)



**Foto 7:** Ehemalige Ackerterrassen bei Königsdorf (4)





Kleine Wolfsmilch (*Euphorbia exigua*) und Sonnenwend-Wolfsmilch (*Euphorbia helioscopia*). Seltene Kalkzeiger im Voralpenland sind Acker-Rittersporn (*Consolida regalis*) und Finkensame (*Neslia paniculata*).

Spörgel-Gesellschaften (*Sperguletalia arvensis*): Auf den mäßig-trockenen bis mäßig frischen, schwach basischen Äckern tritt die Kamillen-Gesellschaft (*Alchemillo-Matricarietum chamomillae*, Spalten 10-13, Tab. 1) hervor. Die frischen bis feuchten, sowohl mineralischen als auch anmoorigen, schwach basischen bis sauren Äckern werden von der Gesellschaft des Bunten Hohlzahns (*Galeopsietum speciosae*, Spalten 14-18, Tab. 1) eingenommen. Den Spörgel-Gesellschaften muß auch die Windhalm-Fragmentgesellschaft (Spalten 19 u. 20, Tab. 1) angegliedert werden, der die Assoziationskennarten fehlen. Häufige Arten der neutralen bis schwach sauren Ackerwildkraut-Gesellschaften sind neben Echter Kamille (*Matricaria chamomilla*) und Buntem Hohlzahn (*Galeopsis speciosa*) Viersamige Wicke (*Vicia tetrasperma*), Rauhaari-ge Wicke (*Vicia hirsuta*), Windhalm (*Apera spicaventi*), Acker-Hundkamille (*Anthemis arvensis*), Acker-Spörgel (*Spergula arvensis*) und Acker-Hederich (*Raphanus raphanistrum*).

Genauere Beschreibungen der Gesellschaften sind OBERDORFER (1983), OTTE, ZWINGEL, NAAB & PFADENHAUER (1988), HÜPPE & HOFMEISTER (1990) und MATTHEIS & OTTE (1992) zu entnehmen.

Charakteristisch sind für alle voralpinen Ackerwildkraut-Gesellschaften die hohen Artmächtigkeiten von Arten des Wirtschaftsgrünlandes (*Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*, *Lolium multiflorum* u. a.), der Flutrasen (*Poa trivialis*, *Agrostis stolonifera*, *Rumex obtusifolius* u. a.), der Queckenrasen (*Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* u. a.) und von Feuchte- und Nässezeigern (*Mentha arvensis*, *Polygonum hydropiper*, *Juncus bufonius* u. a.); wobei letztere in den Spörgel-Gesellschaften die höchsten Stetigkeiten erreichen (vgl. Abb. 6).

## b) Zweischürige Wiesen

Nutzung:

Sie gehörten zum Nutzungssystem der Egartflächen und befanden sich somit auf den lehmigen Schotterkegeln.

Mitte Juni erfolgte der erste Schnitt. Er ergab das sog. "Ackerheu" oder "Egartheu", mindestens sechs Wochen später, d. h. Ende Juli, Anfang August, der zweite ("Grummet", Fotos 8 und 9).

Die Mahd konnte auf diesen ebenen Flächen mit oxsen- oder pferdegezogenen Mähmaschinen durchgeführt werden. Mitte September folgte die gemeinschaftliche Herbstnachweide (vgl. Kap. 3.2.2.2 c).

Falls anhaltend schlechte Witterung Bodentrocknung verhinderte, wurde das Gras auf sog. "Allgäuer Schlagheizen" (sog. "Stanka") aufgehängt und

getrocknet. Die regelmäßig auf den Wiesen aufgestellten "Heumannl" prägten noch in den 60er Jahren das sommerliche Landschaftsbild (Foto 10). Die Wiesen wurden im Frühjahr zur Belüftung der Grasnarbe und zum Einebnen der Maulwurfshügel geeegt und anschließend gewalzt.

Außerdem konnte das Moorgebiet nördlich der Straße Kochel - Schlehdorf nach umfangreichen Entwässerungen als 2-schürige Wiesen genutzt werden. Das Heu dieser Moorböden wurde in den charakteristischen Heustadeln zwischengelagert und bei Bedarf im Winter und Frühjahr zum Heimanwesen transportiert (Foto 11).

Versuche, hier Ackerbau zu betreiben, scheiterten an der starken Verunkrautung und an der jährlichen Überschwemmung der Flächen.

Da diese Wiesen bereits im Frühsommer, also in noch grünem Zustand (im Gegensatz zu Streuwiesen) geschnitten werden, um eiweißreiches Futter zu gewinnen, verarmen die Bestände bald an Stickstoff und Phosphor. Deshalb wurden die Flächen regelmäßig im Herbst mit Festmist und Jauche gedüngt. Außerdem wurde ca. ein Zentner Thomas-mehl pro ha und Jahr ausgebracht, da Stallmist nach SCHINDLER (1953) nur wenig Phosphor enthält und er zudem im Humus des Grünlandes festgelegt wird.

Vegetation:

Die aktuelle, charakteristische Wiesengesellschaft auf den frischen, mäßig gedüngten Mineralböden ist nach GANZERT (1990: Tab. 6.2) die kräuterreiche Goldhaferwiese (*Poo-Trisetetum flavescens*, Ausb. von *Plantago lanceolata*). Der nährstoffärmste Flügel dieser Gesellschaft wird durch eine Artengruppe mit *Festuca rubra*, *Ajuga reptans*, *Avenochloa pubescens* und *Poa angustifolia* angezeigt. Das Fehlen von *Centaurea jacea*, *Betonica officinalis* und *Colchicum autumnale* weist auf Torfböden höherer Mächtigkeit hin, die bei LUTZ (1950) als Zwischen- und Hochmoorböden beschrieben sind. Bei höherer Bodenfeuchtigkeit treten *Polygonum bistorta*, *Sanguisorba officinalis* und *Filipendula ulmaria* hinzu und leiten zu den Kohldistelwiesen (*Angelico-Cirsietum oleracei*) über; sie herrschen auf feuchten, gedüngten Mineralböden vor, die nicht staunäß sind.

OPITZ VON BOBERFELD (1987: 334) beschreibt *Trisetum flavescens*-Egärten auf "schwachsauren bis neutralen, in der Regel nährstoffreichen Böden. Neben *Trisetum flavescens* kommen vor allem in älteren Narben in höheren Ertragsanteilen *Dactylis glomerata* und *Festuca pratensis* vor. Bei einseitiger Düngung treten *Anthriscus sylvestris* und *Heracleum sphondylium* verstärkt auf. Diese Egartvariante erlaubt eine vielseitige Ackerzwecknutzung und läßt sich andererseits rasch wieder in eine Dauer-narbe überführen."

Bei Beweidung stellt sich auf den frischen Mineralböden die Weidelgras-Weide (*Lolio-Cynosuretum*, montane *Alchemilla vulgaris*-Form) ein. Auf feuch-

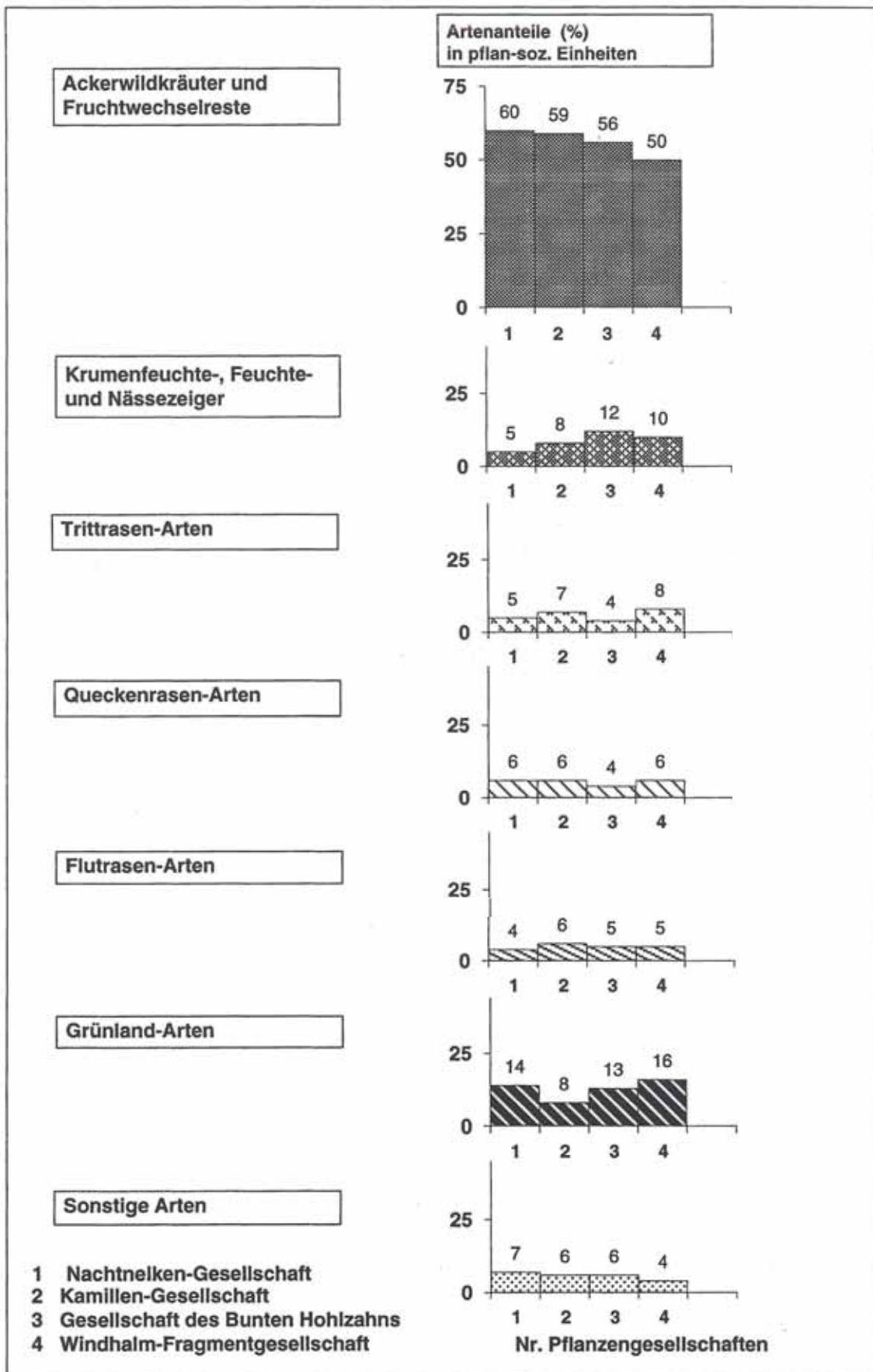


Abbildung 6

Pflanzensoziologische Zusammensetzung der Ackerwildkraut-Gesellschaften im bayerischen Voralpengebiet





Foto 8: Mahd mit einfachen Mähgeräten in Kochel (1)



Foto 9: Heuarbeit (4)

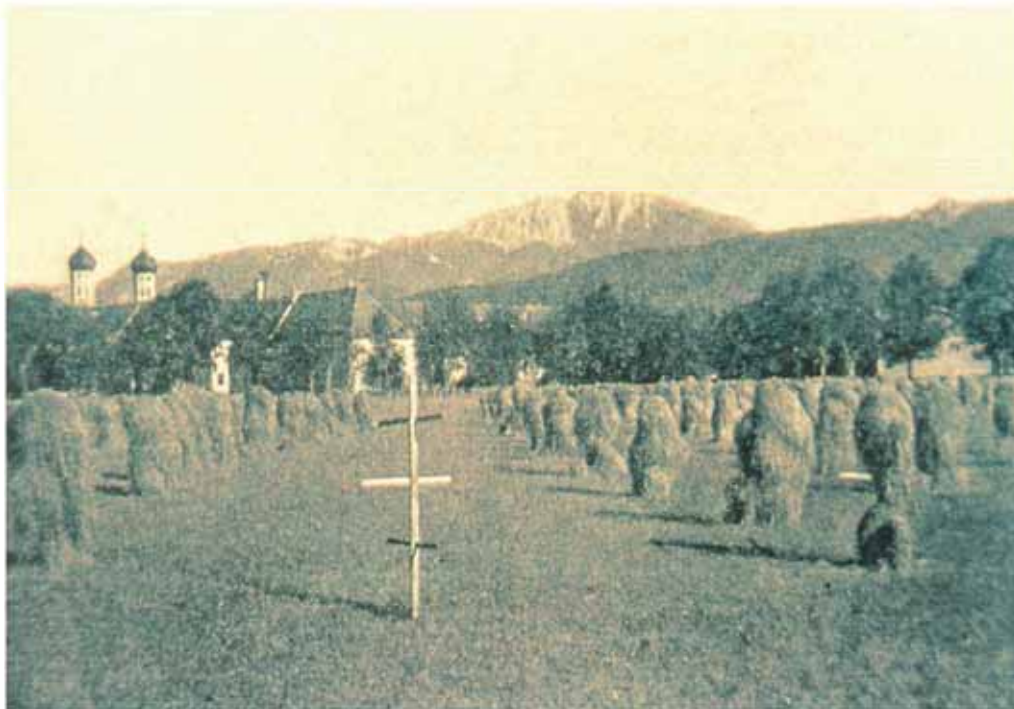


Foto 10: „Heumandl“ vor dem Kloster Benediktbeuern in den 50er Jahren (3)



Foto 11: Typische Heustadel im Loisach-Kochelsee-Moor (4)

ten bis nassen, verdichteten Weiden entwickeln sich Flutrasen (*Agropyro-Rumicion*), in denen häufig *Juncus effusus* dominiert.

Auf diesen Standorten sind nach OPITZ VON BOBERFELD (1987: 334) *Elymus* (= *Agropyron*) *repens*-Egärten verbreitet. Neben *Agropyron repens* erreichen hier u. a. *Festuca rubra* und *Poa trivialis* beachtliche Ertragsanteile und der Anteil an *Apiaceae* ist ebenfalls hoch. Der Autor weist ausdrücklich darauf hin, daß die Standorte der "*Elymus repens*-Egärten für die Egartwirtschaft aufgrund der Neigung zu stärkerer Verungrasung weniger gut geeignet sind." GANZERT (1990: 295) beschreibt die Dauerhaftigkeit von Queckenstadien auf Moorstandorten nach acht Jahren zurückliegender Ackerntzung in den Loisach-Kochelsee-Mooren. Er betont, daß die Quecke bei hohen Düngergaben und lückiger Grasnarbe - wie sie für intensive Beweidung typisch ist - besonders konkurrenzstark ist.

### 3.2.1.3 Die einschürigen Futterwiesen (Übersicht 3)

#### a) Die "Wiesmahd"-Flächen

Nutzung:

Flächen, die aufgrund ihrer Steilheit und Flachgründigkeit für den Ackerbau ungeeignet waren, wurden als einschürige Wiesen, sog. "Wiesmahd", genutzt. Sie liegen im Übergangsbereich zwischen Egartflächen und Berg (- am Bergfuß) und tragen meist den Flurnamen "-bichl" oder "-leiten". Die Bodenwertzahlen der Steilhänge aus Moränenmaterial (häufig sog. Buckelwiesen, vgl. LUTZ & PAUL 1947), seltener aus Flysch, liegen meist unter 30, oft nur zwischen 10 und 20. Der Ertrag einmähdiger Buckelwiesen beträgt nur ca. 10 bis 15 dt Heu je Hektar (KRAUS, H. 1982).

In Kochel a. See stellt u. a. der Angerbichl eine ehemalige Wiesmahdfläche dar, deren buckeliges Relief aus den Foto 12 deutlich erkennbar ist. Heute wird ein Teil der Fläche nicht mehr bewirtschaftet und ist aufgeforstet worden; die übrige Fläche wird beweidet (Standweide für Jungvieh und Haflinger). Obwohl diese Wiesen von SCHINDLER (1953) wie die Hutungen zum "armen Dauergrünland" gerechnet wurden und das "Wiesheu" einen geringen Futterwert besitzt, schätzten es die Bauern als "Me-

dizinheu" und verabreichten es geschwächten Tieren zur Stärkung (Fotos 13 und 14).

Da das Düngerpotential eines Hofes begrenzt war und die Standorte für die viehzogenen Mist- und Jauchefuhrwerke kaum erreichbar waren, blieben die Wiesmahdflächen ungedüngt. Die Mahd mit der Sense erfolgte Ende Juli bis Anfang August.

Das "Wiesheu" wurde wie das "Moorheu" (vgl. 3.2.1.2 b) zunächst in Heustadeln am Wiesenrand gelagert und im Winter mit Transportschlitten ("Schnablern") geholt.

Vegetation:

Typische Wiesmahdflächen sind die sog. "Buckelwiesen", die derzeit noch ausgedehnt an den Talflanken zwischen Mittenwald bis Krün und Wallgau verbreitet sind (1982 waren es noch 1200 ha, KRAUS, A. 1982). Ihren Namen haben sie von den "Buckeln", kleinen flachen Hügeln von durchschnittlich 0,5 bis 1,0 m Höhe mit 3 bis 4 m Durchmesser, deren Ursprung fossile frostgeformte Böden sind (LUTZ & PAUL 1947).

Ihre erste vegetationskundliche Beschreibung erfolgt durch LUTZ & PAUL (1947), die sie als magere Heidewiesen bezeichnen und ausdrücklich betonen, daß es sich bei diesen Flächen um einschürige Mähder handelt. Die hohe Stetigkeit von *Sesleria varia* ssp. *varia* (91 %) und von *Carex sempervirens* (100 %) in den Vegetationsaufnahmen von LUTZ & PAUL (1947, vgl. dort Tab. 7) belegen die Angliederung an die *Sesleria*-reichen Halbtrockenrasen des Verbandes Mesobromion der (Klasse *Festuco-Brometea*).

LUTZ & PAUL bezeichnen die Vegetation der Buckelwiesen als *Carlina acaulis-Carex sempervirens*-Assoziation; diese Aufnahmen sind bei OBERDORFER (1978) als *Koelerio-Seslerietum* beschrieben, wo die Aufnahmen von LUTZ & PAUL (1947) und von SIEDE (1960) aus dem Flysch eingearbeitet sind.

#### b) Die "Moosheu"-Flächen

Nutzung:

Die sog. "Moosheu"-Flächen bildeten hinsichtlich ihrer Lage und ihrer Nutzung eine Übergangsform zwischen Streuwiesen und zweischürigen Wiesen. Auch die in der Bodenschätzung angegebene Bodenart Lehm/Moorboden (L/Mo) deutet auf diese

### Übersicht 3

#### Flächen der Pflanzenproduktion: Die einschürigen Futterwiesen

| Nutzung                       | Regionale Bezeichnung | vorherrschende Vegetation               | Pflanzensoziologische Benennung  |
|-------------------------------|-----------------------|---|--|
| Wiesmahdflächen, Buckelwiesen | "Wiesheu"             | Voralpine Kalk-Magerrasen               | <i>Festuco-Brometea</i> ( <i>Koelerio-Seslerietum</i> ); LUTZ & PAUL 1947, SIEDE 1960, OBERDORFER 1978 |
| Moosheufelder                 | "Moosheu"             | Rotklee-Ausbildung der Pfeifengraswiese | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> ( <i>Molinietum caeruleae trifolietosum</i> ); GANZERT 1990             |



Foto 12: Ehemalige Wiesmahdfläche „Angerbichel“ und Hutung „Kohlleite“ in Kochel (4)



Foto 13: Wiesheuernte in Kochel am „Angerbichel“ (1)



**Foto 14:** Holen von Wiesheu im Winter aus dem „Längental“ (2)



**Foto 15:** „Streutrischen“ für das getrocknete Schnittgut der Streuwiesen

Zwischenstellung am Rande des Schotterkegels und des Niedermoorbereichs hin. Vermutlich handelt es sich um Standorte, die aufgrund von Quellaustritten ungünstige Wasserverhältnisse aufweisen, welche auch durch Drainagemaßnahmen nicht zu verbessern waren. Auch die Futterqualität des "Moosheus" lag zwischen der von Streu und "Ehgartheu" und war mit der des "Wiesheus" vergleichbar.

Sie wurden wie die Wiesheuflächen nicht gedüngt und Ende Juli bis Anfang August gemäht. Wenn besonders regenreiche Sommer die Wiesen unbetretbar machten, erfolgte nach Angaben von Herrn HILTENSBERGER (Landwirt in Brunnenbach bei Kochel) die Mahd erst im Herbst. Der Aufwuchs wurde dann als Einstreu verwendet. Vor dem Zweiten Weltkrieg trieb man auf diese Flächen im Frühjahr das Jungvieh, das die zarten Sprosse von Sauergräsern und sogar von Schilf gerne fraß.

#### Vegetation:

Die Vegetation der Moosheu-Wiesen ist zwischen Pfeifengras- und Kohldistelwiesen einzuordnen. Nach GANZERT (1990: Tab. 1, Spalte 11.1.2) handelt es sich um die Rotklee-Ausbildung der Pfeifengraswiese (*Molinietum caeruleae*, Ausb. mit *Trifolium pratense*).

Es ist die in den Loisach-Kochelseemooren vorherrschende Ausbildung der Pfeifengraswiese, die auf Mineralböden mit geringer Torfauflage und wechselndem Grundwasserstand wächst.

#### 3.2.1.4 Die Streuwiesen (Übersicht 4)

#### Nutzung:

Streuwiesen befinden sich im wesentlichen an Standorten mit ungünstigen oder wechselnden

Wasserverhältnissen. In getreidearmen Grünlandgebieten war Stalleinstreu als Grundlage der Festmistwirtschaft so begehrt, daß Streuland z.T. höher gehandelt wurde als Ackerland (RINGLER 1987). Den Landwirten in Kochel a. See standen allerdings ausgedehnte Feuchtflächen im trockengelegten Rohrsee zur Streugewinnung zur Verfügung. Die übliche Aufstellungsform des Langstandes erfordert nach SCHINDLER (1953) ca. vier Kilogramm Einstreu pro Kuh und Tag. Durch die Einstreu wurde außerdem die Stallmistkapazität erhöht und die Konsistenz des Mistes verbessert.

Der Schnitt der ungedüngten Streuwiesen erfolgte ab Ende September. Ab diesem Zeitraum ist der Boden soweit ausgetrocknet, daß er betret- und befahrbar ist. Außerdem eignen sich die im Herbst abgestorbenen, strohigen Pflanzenteile am besten als Einstreu, da sie dann sowohl saugfähig als auch schwer zersetzbar sind. Das getrocknete Schnittgut wurde am Rand der Wiesen zu sog. "Streutrischen" aufgeschichtet (Foto 15) und im Winter bei Bedarf geholt.

#### Vegetation:

Durch den späten Zeitpunkt der Mahd können die Pflanzen der Streuwiese nach ELLENBERG (1986) ungestört zur Samenreife gelangen und Nährstoffe in unterirdischen oder bodennahen Organen speichern. Das typische Streuwiesengras ist das ursprünglich auf feuchten Waldböden heimische Pfeifengras. Obwohl es spät austreibt und blüht, kann es in den zwiebelartigen verdickten Sproßbasen Stickstoff und Phosphor sowie andere Reservestoffe für die nächste Vegetationsperiode ansammeln (sog. interner Nährstoffkreislauf, Beispiele dazu vgl. PFADENHAUER 1989). Nur dadurch kann der

#### Übersicht 4

#### Flächen der Pflanzenproduktion: Die Streuwiesen

| Nutzung     | Standörtliche Differenzierung       | vorherrschende Vegetation                                       | Pflanzensoziologische Benennung (GANZERT 1990, 1991)                |
|-------------|-------------------------------------|---|---|
| Streuwiesen | Kalkoligotrophe Standorte:<br>naß:  | Kopfbinsenried  | ( <i>Primulo-Schoenetum ferruginei</i> )                            |
|             | naß-feucht:                         | Pfeifengraswiese, Ausb. von Davall-Segge                        | ( <i>Molinietum caeruleae</i> , Ausb. von <i>Carex davalliana</i> ) |
|             | feucht:                             | Pfeifengraswiese, Reine Ausb.                                   | ( <i>Molinietum caeruleae typicum</i> )                             |
|             | saueroligotrophe Standorte:<br>naß: | Braunseggenriede  | ( <i>Caricion fuscae</i> )  |
|             | naß-feucht:                         | Hochmoor-Pfeifengraswiese, (Hochmoorheide nach BRAUNHOFER 1978) | ( <i>Molinietum caeruleae</i> , Ausb. von <i>Calluna vulgaris</i> ) |
|             | feucht:                             | Hochmoor-Pfeifengraswiese, Ausb. mit Kleinem Ampfer             | ( <i>Molinietum caeruleae</i> , Ausb. von <i>Rumex acetosella</i> ) |

Landwirt auf Böden mit günstigem Wasserhaushalt ohne Düngung anhaltend hohe Stroherträge erzielen.

Die Streuwiesen im Loisach-Kochelseegebiet sind je nach Kalk-, Wasser- und Nährstoffgehalt unterschiedlich ausgebildet.

GANZERT (1990, 1991) unterscheidet auf den nährstoffärmsten Standorten kalkoligotrophe und saueroligotrophe Grünlandgesellschaften (s. Übersicht 4).

### 3.2.1.5 Der Wald

Nutzung:

Die Wälder im Gemeindegebiet von Kochel befanden sich bis vor 20 Jahren im Staatseigentum - den Landwirten standen lediglich Holznutzungsrechte als wichtige Einkaufsquelle zu. In Großweil besaßen die landwirtschaftlichen Betriebe Eigenwald. Ein 17 ha-Betrieb wie der von Herrn BURGHART bewirtschaftete z. B. 7 ha Wald. In den 50er Jahren wurden viele Wälder im Kahlschlag abgeholzt, um damit den Kauf des ersten Traktors zu finanzieren. Der Holzpreis lag mit 150 DM/m<sup>3</sup> bei einem Preis von 4000 DM für einen 11 PS-Schlepper im Vergleich zu heute relativ hoch.

Der Schwerpunkt der Waldarbeiten lag aus arbeitstechnischen und aus betriebswirtschaftlichen Gründen im Winter (Foto 16). Die Stämme wurden mit Hilfe vorgespannter Zugtiere ins Tal gezogen (Foto 17) und an einem "Ganterplatz" gesammelt.

In Ortsnähe wurde der Waldboden zusätzlich seiner Streuaufgabe durch Streurechen beraubt.

Vegetation:

Durch die kleinflächigen Eingriffe der Plenterwirtschaft werden die Klimax-Baumarten Buche und Tanne gefördert. Als Schattenbaumarten können sie sich aufgrund dieser extensiven, die natürliche Dynamik nachahmenden Nutzungsform im Bestand behaupten - nicht jedoch unter Kahlschlagsbedingungen.

Die naturnahen Mischwaldbestände bleiben stabil gegenüber Windwurf und Schädlingen, so daß das Produktionskapital nachhaltig gesichert ist.

Die traditionelle Laubstreunutzung wirkt sich hingegen sehr negativ auf die Produktivität eines Waldes aus. Sie verringert die Wuchsleistung der Bäume, denen unablässig Nährstoffe entzogen werden.

## 3.2.2 Flächen für Tierhaltung

### 3.2.2.1 Kleinviehhaltung (vgl. Abb. 3)

Einzelschafhaltung war zum Zwecke der Wollgewinnung weit verbreitet. Die traditionelle Rasse, das Weiße oder Braune Bergschaf (Foto 18), ist laut SAMBRAUS (1989) aufgrund seiner harten Klauen und Trittsicherheit besonders "alpfungstüchtig".

Die Großweiler und Kocheler Schafe verbrachten den Sommer auf Almen im oberen Werdenfelser

Land bei Garmisch. Im Herbst beweideten sie v. a. die Obst- und Grasgärten im Ort.

Der "Tritt der goldenen Klaue" übt nach SCHINDLER (1953) aufgrund seines Verfestigungseffektes ebenso wie über die Dungzufuhr eine günstige Wirkung auf die Grasnarbe aus. Das selektive Freßverhalten der Schafe ist stärker ausgeprägt als das der Rinder; die Verbißintensität ist geringer.

Ziegen wurden v. a. von sog. "Kleinhäuslern", also Nicht-Landwirten, wegen ihrer Milch gehalten. Sie wurden mit dem Grasschnitt der Wegränder und Restflächen gefüttert.

Nur wenige Bauern hielten - mangels Futter - ein bis zwei Schweine zur Selbstversorgung. Sie wurden mit Küchenabfällen oder Molke gefüttert. Sog. "Sauwiesen" für die Muttersauenhaltung sind in Kochel nicht bekannt: Die Tiere wurden im Stall gemästet, 1950 waren es noch 150 Stück (vgl. Abb. 3).

Die Hühnerhaltung gehörte traditionell - wie die Betreuung der Gärten - zum Aufgabengebiet der Bäuerin. Ihr oblag auch die Zubereitung des Futters aus Topfen (Quark), Kleie, Kartoffeln und zugekauftem Maisschrot. Küken wurden mit zerkleinerten Eiern und Brennesseln gefüttert. Hühner wurden allgemein im Freilauf gehalten (Foto 19).

Einzelne Bauern besaßen fünf bis zehn Bienenstöcke, die entweder in einem Bienenhaus oder in der Tenne (mit Einflugöffnungen in der Tennenschalung) aufgestellt wurden. Bienenhäuser standen vorwiegend in Obstgärten, in ihrer Nähe oft ein männlicher Palmweidenbaum (*Salix capraea*) als erstes Frühlingsfutter.

### 3.2.2.2 Großviehhaltung

Die Haltung von Rindern war notwendig zur Produktion der Nahrungsmittel Milch und Fleisch für die Selbstversorgung und zum Verkauf. Die Milchleistung einer Kuh lag nach DEMLEITNER um 1945 bei 5 l/Tag. Ein typischer, kleinbäuerlicher Hof besaß sechs Kühe und etwa die gleiche Anzahl Jungvieh. Die im Werdenfelser Land heimische Rinderrasse, das Murnau-Werdenfelser Rind, wurde erst in den 50er Jahren aufgrund ihrer geringeren Milchleistung im Zuge der Tuberkulosebekämpfung von Hochleistungsrassen wie Fleck- und Braunvieh fast vollständig verdrängt. Die von SAMBRAUS (1989) beschriebene gute Verwertung schlechter Futtergrundlagen und die Widerstandskraft gegenüber rauen klimatischen Bedingungen machen diese alte Rasse jedoch besonders geeignet für eine extensive Haltung.

Die Zugkraft von Kühen und Ochsen wurde bei Feld- und Waldarbeiten benötigt. Manche Bauern leisteten sich hierfür ein Pferd, meist der Rasse Süddeutsches Kaltblut.

Der vom Vieh produzierte Stallmist war notwendig zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf den



Foto 16: Waldarbeit in Kochel (2)



Foto 17: Holzarbeit mit Ochsespann (2)





**Foto 18: Bergschafe mit Hirten (1)**



**Foto 19: Hühnerhaltung in Kochel (1)**



Foto 20: Düngewirtschaft der Sennerin (2)



Foto 21: Streumagd im Almgebiet um die Benediktenwand (Längental) (2)

Egartflächen. Eine Großvieheinheit (GV) produziert nach den Angaben von SCHINDLER (1953) bei ganzjähriger Stallhaltung mit Einstreu ca. 120 dt Mist jährlich. Damit konnten ca. drei Tagwerk (ca. 1 ha) Egartfläche gedüngt werden.

#### a) Haltung im Winter

Während der Stallhaltung im Winter stellte Futter ein knappes Gut dar. Unter das sog. "Ackerheu" und die Grummet wurde zu gleichen Teilen auch minderwertigeres Rauhfutter, ("Wiesheu" und "Moosheu") gemischt. Ging am Ende des Winters der Futtervorrat zur Neige, waren ärmere Bauern genötigt, ihren Tieren Tannenzweige ("Daxen") zu verfüttern.

Kälber und Stiere wurden ganzjährig im Stall gehalten.

#### b) Das extensive Weidenutzungssystem (Übersicht 5)

Nutzung:

Im Sommer wurde bezüglich der Haltung zwischen dem "Heimvieh", meist Milchkühe (die im Tal blieben) und dem "Almvieh", das war Jungvieh oder "Galtvieh" (Vieh, das keine Milch gibt) unterschieden.

In Kochel bestand ein nach Vieharten, Entfernung vom Dorf und Höhenstufen gegliedertes, extensives Weidenutzungssystem: Herbstnachweide in der Feldflur in unmittelbarer Dorfnähe, Heimweide im Übergangsbereich der Feldflur zum Berg und eine zweistufige Almweide am Berg.

Auf Extensivweiden erfolgte keine Schnittnutzung und keine Unterteilung in Koppeln - im Gegensatz zu modernen Mähweiden. Sie wurden weder regelmäßig gedüngt, noch wurde der Viehbesatz periodisch dem Futterzuwachs angepaßt.

Vegetation:

Dies hat zur Folge, daß während der ersten Hälfte des Auftriebs Futterüberschuß herrscht (ELLENBERG 1986). Das Vieh wählt dabei wohl schmeckende Pflanzen aus und verschmäht stachelige, giftige oder flach am Boden anliegende Arten, welche dadurch einen Selektionsvorteil erhalten.

Diese "selektive Unterbeweidung" fördert daher die Ausbreitung von Weideunkräutern, wie Disteln, distelartige Pflanzen (*Carlina acaulis*, *Carlina vulgaris* u. a.), Zypressenwolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Wacholder (*Juniperus communis*), Rosen (*Rosa spec.*) und Brombeergebüsche (*Rubus spec.*). An staunassen, durch Viehtritt gestörten Stellen, wie an Viehtränken, -lägern, Melkstellen oder Weidetoren, breiten sich Pflanzen der Tritt- und Flutrasen aus wie z. B. Roßminze, Flatter-Binse (*Mentha longifolia*, *Juncus effusus*) und Seggen (*Carex species*).

Unter Zäunen, wo Viehtritt und -fraß nicht möglich ist, entstehen leicht erhöhte, wallartige Sonderstandorte, die sich besonders im Frühling, z. B. durch dort blühende Primeln (*Primula elatior*), von der umgebenden Weide abheben (sog. Weidezaun-

gesellschaften, vgl. LANGENSIEPEN & OTTE 1994). Typisch sind außerdem örtliche Nährstoffanreicherungen an Verebnungen, wo das Vieh lagert. Hier bilden sich sog. Lägerfluren mit Nährstoffzeigern wie Brennessel (*Urtica dioica*) und Stumpfblättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius*) aus.

#### c) Die einzelnen Weideformen

##### c<sub>1</sub>) Herbstnachweide in Dorfnähe

Nutzung:

Im Oktober beweideten Alm- und Heimvieh, aber auch Schafe ca. 14 Tage lang unter Begleitung eines Hirten die Egartflächen. Der dabei anfallende Viehdung verbesserte die Nährstoffsituation der zweischürigen Wiesen.

##### c<sub>2</sub>) Waldweide (- Heimweideflächen) für Heimvieh (- Kühe)

Nutzung:

Die Kühe wurden in Kochel täglich von einem Hirten auf gemeinsame Heimweideflächen getrieben. Erst Ende der 50er Jahre wurde diese Gewohnheit aufgegeben, nachdem sich kein Hirte mehr fand und die Verunreinigung der Straßen durch das Vieh auf den Widerstand der Bevölkerung stieß. Die Waldweiderechte wurden nicht aufgelöst, sondern verfielen, nachdem sie zehn Jahre lang nicht mehr genutzt wurden.

Bei den ehemaligen Waldweiden handelt es sich um lichte, geneigte Waldflächen. Sie bilden eine gürtelförmige Zone am Fuß der Berge (bis in ca. 700 m ü. NN). Die Waldweide war gegenüber der angrenzenden Feldflur stellenweise mit einem Zaun abgegrenzt. Ebenso begleiteten Zäune den Viehtrieb vom Dorf in den Wald, die Wegränder wurden dabei ständig beweidet.

Vegetation:

Durch die Waldweide wird der Jungwuchs des Bergmischwaldes permanent geschädigt (ELLENBERG 1986), so daß Lücken in der Baumschicht nicht mehr geschlossen werden und der Wald stark aufgelichtet wird.

Die Waldweideflächen von Kochel waren mit einem lichten Nadelholzbestand aus Fichte (*Picea abies*) und Föhre (*Pinus sylvestris*) bestockt, da Nadelhölzer mit Ausnahme der Tanne (*Abies alba*) weitgehend vom Verbiß verschont bleiben. Ebenso konnten sich strauchartige Weideunkräuter, wie der sog. "Waxlaber" (von "wax" = spitzig, stechend; *Ilex aquifolium*) und Wacholder (*Juniperus communis*) behaupten, die heute noch auf ehemaligen Waldweideflächen zu finden sind. An allen offenen Stellen setzten sich lichtbedürftige Gräser und Kräuter durch, von denen viele Arten einen größeren Nährwert besitzen als die eigentlichen Waldbegleiter.

Kombiniert mit der nächtlichen Stallhaltung bewirkte die Waldweide einen Nährstoffentzug in diesen Wäldern, der durch die - damals übliche - Laubstreuentnahme noch verstärkt wurde.

Die Auswirkungen einer flächig begrenzten, extensiven Waldweide sind nach RINGLER (1987) - außerhalb von Schutzwäldern und trotz der Schädigung des Jungwuchses - bezüglich des Artenreichtums positiv zu bewerten. Durch den kleinräumigen Wechsel zwischen schattenspendenden Einzelbäumen und lichten Weideflächen entstanden Lebensräume für Tiere und Pflanzen mit den verschiedensten Ansprüchen an die Standortfaktoren Licht, Wärme, Feuchtigkeit u. a.

Die ständige Beweidung der Wegränder entlang der Viehtriebe sowie deren starke Trittbelastung schaffen "Viehangeln", an dem sich speziell angepasste

Ruderalarten wie der Gute Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*) ansiedeln und halten konnten (vgl. Tab. 2).

### c3) Zweistufiges Almweidesystem (Jungvieh) (Übersicht 6)

Nutzung:

Mit dem Jungvieh ist ein anderes Weidenutzungssystem verbunden, nämlich die Hutung, bei der - im Gegensatz zur Waldweide - Lichtweideflächen überwiegen. Die Rechtlergemeinde ("Gmoa") Kochel verfügt über Hutweideflächen (Almrechte) in der montanen und subalpinen Höhenstufe.

## Übersicht 5

### Flächen für Tierhaltung: Die Weideformen des extensiven Weidenutzungssystems

| Nutzung                         | Vieh                             | Lokalisierung   | vorherrschende Vegetation  | Pflanzensoziologische Benennung  |
|---------------------------------|----------------------------------|---|--|--|
| c1 Herbst-Nachweide in Dorfnähe | Almvieh, Heimvieh, Schafe        | Egartflächen  | Ackerwildkraut-Gesellschaften (Klatsch-Mohn- und Spörgel-Gesellschaften)   | <i>Stellarietea mediae</i> ( <i>Papaveretalia rhoeadis</i> und <i>Sperguletalia arvensis</i> )   |
|                                 |                                  | Zweischürige Wiesen, Obstgärten                       | Kräuterreiche Goldhaferwiese ("Goldhaferreiche-Egärten"), Kohldistel-Goldhaferwiese und Flutrasen ("Queckenreiche-Egärten"). | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> ( <i>Poo-Trisetum flavescens plantaginetosum</i> , "Trisetum flavescens-Egärten", <i>Poo-Trisetum flavescens cirsietosum</i> und <i>Agropyro-Rumicion</i> -Ges. "Elymus repens-Egärten"). |
| c2 Waldweide (Heimweide)        | Heimvieh, (Kühe, Ochsen, Pferde) | geneigte Waldflächen am Bergfuß (bis ca. 700 m ü. NN) | Schneeheide-Kiefernwald<br>Fichtenreicher Berg-Mischwald   | ( <i>Erico-Pinetum sylvestris</i> )<br><br>( <i>Lonicero alpigenae-Fagetum</i> , Ausb. mit <i>Picea abies</i> )  |

## Übersicht 6

### Flächen für Tierhaltung: Das extensive Weidenutzungssystem

| Nutzung   | vorherrschende Vegetation   | Pflanzensoziologische Benennung  |
|---|---|--|
| c3 Zweistufiges Almweidesystem für das Jungvieh:  |   |  |
| - Hutung in der unteren montanen Höhenstufe (ca. 700 - 750 m ü. NN) auf der Kohlseite                   | offene parkartige Weidelandschaft mit Kalkmagerrasen und einzelnen großen Eichen  |  |
| - Hutung in der subalpinen Höhenstufe (ca. 1200 m ü. NN) der Kocheler Alm (Licht- und Waldweideflächen) | <u>Lichtweidefläche:</u><br>Lägerrispengrasrasen, Vieh-Läggengesellschaften, Kammgrasweide, alpine Kalkmagerrasen: Rostseggenrasen, Blaugras-Horstseggenrasen,<br><u>Waldweidefläche:</u><br>Wintergrün-Tannenmischwald | ( <i>Alchemillo-Poetum supinae</i> )<br>( <i>Rumicion alpini</i> )<br>( <i>Festuco-Cynosuretum</i> )<br>( <i>Seslerietea: Caricetum ferruginei</i> , <i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i> )<br><br>( <i>Pyrolo-Abietetum</i> ) |



Foto 22

Sennerin mit Streu auf der Tennen-Alm im Benediktenwandgebiet (2)

Die Hutungen der unteren (montanen) Höhenstufe - wie die Kohllei bei Kochel - sind relativ dorfnaher Hochebenen (ca. 720 m ü. NN) und Abhänge, wo die Bodenwertzahlen nur selten den Wert 30 erreichen.

Die Kohllei wurde ab Mitte Mai und dann wieder ab Mitte September für jeweils vier bis sechs Wochen vom Jungvieh, in der Zwischenzeit von Pferden beweidet, die man täglich zur Feldarbeit ins Tal holte.

Die Hutung war zur Feldflur hin mit einem Zaun abgegrenzt. An ungestörten Stellen entwickelten sich Hecken, mit stacheligen, weil vom Verbiß verschonten Gehölzen.

#### Vegetation:

Die offene, parkartige Weidelandschaft entwickelte sich durch jahrhundertelange Holznutzung, Brand und Beweidung aus ehemaligen Wäldern und Waldweiden. Der Huteweidecharakter ist durch große Eichen (*Quercus robur*; Lichtweideart der Hutungen) gekennzeichnet, da sie wegen des Gerbsäuregehalts ihrer Blätter vom Weidevieh nicht verbissen wird (ELLENBERG 1986, POTT 1985).

Im Gegensatz zur Heimweide ist der Nährstoffkreislauf dieser Tag und Nacht beweideten Flächen geschlossen, da der Viehdung gänzlich auf der Weide verbleibt.

Der besondere ästhetische und ökologische Reiz der Hutungen in der unteren montanen Höhenstufe beruht auf dem parkartigen Landschaftsbild mit alten Einzelbäumen, deren Totholzanteile, Rindenspalten und Höhlungen wertvolle Habitate für viele bedrohte Tierarten darstellen.

#### Nutzung:

Die obere Stufe (subalpine) der Hutweiden, die Licht- und Waldweideflächen der Kochler Alm (1200 m ü. NN), befindet sich - im Gegensatz zur unteren Stufe - im Eigentum des Staates. Außer den aus der Klosterzeit stammenden Weiderechten bestehen weitere Nebenrechte, wie Holzbezugsrechte (für Brennholz, Zäune, Almgebäude).

Damit verbunden war jedoch auch die Pflicht der Behirtung. Nach dem gemeinsamen Almauftrieb am St. Veitstag (15. Juni) führte das Almpersonal eine Vielzahl von Almpflegearbeiten durch, die das Aussehen der Landschaft prägten: Die Aufgabe des Hirten war es, die Lichtweideflächen und insbesondere aber den eingezäunten Almanger, der Heu für Notlagen (Schneefall) lieferte, mit Mist zu düngen. Daneben oblag ihm das "Schwenden" aufkommender Gehölze in der Lichtweide, die Pflege der Wasserstellen, das Mähen der Lägerfluren sowie das "Putzen" der Weide von Steinen, die in Lesesteinhaufen zusammengetragen wurden (Fotos 20 bis 22).

#### Vegetation:

Das tagesperiodische Verhalten des Viehs - es lagert nachts mit Vorliebe in Hüttennähe bzw. wird dort aufgestellt - führt nach HERINGER (1981) und SPATZ (mdl.) ebenfalls zu einer Stoffverlagerung und einem Nährstoffgradienten innerhalb der Almweideflächen.

Während in Hüttenferne Nährstoffentzug stattfindet, ergibt sich in Hüttennähe eine Nährstoffanreicherung. Hier etablieren sich nitrophytische Läger-

fluren aus Brennessel (*Urtica dioica*), Alpenampfer (*Rumex alpinus*) und Alpen-Greiskraut (*Senecio alpinus*). Diese Pflanzen werden vom Vieh verschmätzt und würden sich ohne Eingreifen des Hirten (Abmähen) ausbreiten (vgl. dazu Kartenbeispiel Abb. 7).

Die ökologische Bedeutung der Almweiden beruht v. a. auf der geringen Intensität der Bewirtschaftung in montanen bis subalpinen Lagen. Im Gegensatz zu Tieflandsweiden, die nach ELLENBERG (1986) heute so stark gedüngt und mit so viel Vieh besetzt werden, daß das Artengefüge in erster Linie durch diese beiden Faktoren bestimmt wird, herrschen hier noch kleinräumige Standortunterschiede.

### 3.2.2.3 Vegetationszonierung um Almen in unterschiedlichen Höhenstufen (W. BRAUN)

Die typische Vegetationsgliederung um Almen in unterschiedlichen Höhenstufen zeigt ein Kartierungsbeispiel von BRAUN (1992) aus dem westlichen Mangfallgebirge. Diese Almen liegen nur 20 km Luftlinie von Kochel a. See entfernt. Da von dem Kocheler Gebiet keine Kartierung vorliegt, soll es als Beispiel für die Zonierung und die Abbildung des Gradienten in der landwirtschaftlichen Nutzungsintensität dienen (Thünensche Ringe, von THÜNEN 1850), der sich in der Vegetation widerspiegelt.

#### a) Standortverhältnisse

Die Almen liegen am äußersten Westrand des Mangfallgebirges auf einem Gebirgsstock, der im Westen an das Isartal, im Süden an den Sylvensteinspeicher und das Walchental, im Osten an das Weißachtal mit dem Achenpaß und im Norden an das Klaffenbachtal grenzt.

Hier liegen die Lichtweideflächen

- der Höllei-Alm zwischen 1120 und 1200 m ü. NN (5,4 ha)
- der Mitterhütten-Alm zwischen 1260 und 1300 m ü. NN (2,1 ha) und
- der Hochalm zwischen 1365 und 1428 m ü. NN (ca. 6 ha).

Unter Einbeziehung einer kleinen Lichtung südwestlich der großen Lichtweidefläche beginnt die Hochalm bereits bei 1325 m. Sie erreicht am Gipfelkreuz die höchste Erhebung (1428 m ü. NN) des gesamten Gebirgsstocks.

Die vorherrschende Gesteinsart ist der Hauptdolomit. Im Bereich der Höllei- und Mitterhüttenalm ist der Hauptdolomit teilweise von Moränen aus der letzten Eiszeit überdeckt.

Auf den oberen Teilen der Hochalm ist der Hauptdolomit von Plattenkalk überlagert. Das schmal gebankte Gestein neigt zur Ausbildung von kleinen Felsrippen und -treppen, die nur flachgründige Böden tragen. Daneben treten bedeutende Dolinen auf.

Auf der Sohle dieser Hohlformen konnte sich feines Bodenmaterial anhäufen, das zu sauren, mittelgründigen Böden führte.

Im Bereich der Höllei-Alm tritt Wasser aus klüftigem Gestein aus und sammelt sich in tief eingeschnittenen Bachrinnen. Auf der Hochalm gibt es fließendes Wasser nur am Rande der oben erwähnten Lichtung südwestlich der großen Lichtweidefläche. Die übrigen Quellaustritte sind unbedeutend. Stehendes Wasser konnte sich nur am Grund einer Doline am Südrand der Hochalm sammeln.

#### b) Vegetation

Die Pflanzengesellschaften und einige ihrer wichtigsten Untergesellschaften wurden nach Luftbildplänen im Maßstab 1 : 5000 kartiert. Die Vegetationskarten der drei Almlichtungen bilden die räumliche Verbreitung der Pflanzengesellschaften ab (Abb. 7).

Großseggenriede (*Magnocaricion*), leben an Standorten, die periodisch längere Zeit flach überstaut sein können. Die einzige vorkommende Pflanzengesellschaft des Arbeitsgebietes ist das Rispenseggenried (*Carietum paniculatae*; vgl. Tab.1, Spalte 1). Diese zeichnet sich durch Bestände mit der Rispensegge (*Carex paniculata*) aus, die in hohen, festen Horsten wächst. Die Assoziation gedeiht auf der Höllei-Alm in zwei nassen, nährstoffreichen Mulden südwestlich der Hütte.

Kleinseggenriede (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*) gedeihen an nassen Standorten und stellen in hydrologischem Sinne das Bindeglied zwischen Großseggenrieden und Wiesen- bzw. Rasengesellschaften dar. Im Arbeitsgebiet sind sie durch zwei Assoziationen vertreten:

Das Davallseggenried (*Caricetum davallianae*, Tab. 1, Sp. 2-3), zeichnet sich durch Bestände der Davall-Segge (*Carex davalliana*) aus, die in kleinen niederen Horsten wächst. Außerdem wachsen in der Gesellschaft attraktive und seltene Arten, wie Alpen-Binse (*Juncus alpino-articulatus*), Breitblättriges Wollgras (*Eriophorum latifolium*), Sumpferhrzblatt (*Parnassia palustris*), Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), Mehlprimel (*Primula farinosa*), Simsen-Lilie (*Tofieldia calyculata*), Sumpf-Stendel (*Epipactis palustris*) sowie Gelb- und Schuppen-Segge (*Carex flava*, *C. lepidocarpa*).

Die Gesellschaft konnte in quelligen, kalkreichen Mulden auf der Höllei- und am Westrand der Hochalm beobachtet werden.

Das Braunseggenried (*Caricetum fuscae*, Tab.1, Sp. 4), zeichnet sich durch verhältnismäßig dichte Bestände der Braunsegge (*Carex fusca*) aus, zu der sich die Sternchen-Segge (*Carex echinata*) und die Faden-Binse (*Juncus filiformis*) gesellen. Die Gesellschaft besiedelt auf der Hochalm eine nasse kalkarme Mulde und den Rand eines Kleingewässers am Grunde einer Doline.

Der Verband der hochmontanen bis alpinen Lägergesellschaften (*Rumicion alpini*), ist durch die Alpen-Greiskrautflur (*Senecio alpinus*-Assoziation), vertreten (Tab. 2). Die namensgebende Charakterart ist das Alpen-Greiskraut (*Senecio alpinus*). Hierzu gesellen sich Brennessel (*Urtica dioica*), Guter Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*), Lanzett-Distel (*Cirsium vulgare*), Weiße Taubnessel (*Lamium album*) und Langblättrige Minze (*Mentha longifolia*).

Die Gesellschaft ist an überdüngte, meist auch mäßig feuchte Stellen im Bereich der Almhütten gebunden. Sie ist vollständig auf der Hoch- und Mitterhüttenalm ausgebildet, wo das Alpen-Greiskraut dichte Bestände ausbildet. Auf der tiefer gelegenen Höllei-alm ist die Vitalität der Charakterart deutlich geschwächt. Hier kann sie sich nicht gut gegenüber der Brennessel durchsetzen. Dieses Verhalten weist darauf hin, daß auf der Höllei-alm mit 1150 m ü. NN die untere Verbreitungsgrenze von *Senecio alpinus* erreicht wird.

Der Lägerispengras-Rasen (*Alchemillo-Poetum supinae*) zählt zu den Trittpflanzen-Gesellschaften (*Plantaginetea majoris*). Er zeichnet sich durch dichte, gelbgrüne Rasen des niedrigen, ausdauernden Läger-Rispengrases (*Poa supina*) aus, zu der häufig der Breitwegerich (*Plantago major*) tritt. Aus den angrenzenden Weiden greifen u. a. der Berg-Frauenmantel (*Alchemilla monticola*), der Weißklee (*Trifolium repens*) und der Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis*) in die Gesellschaft über.

Die Klasse der Grünlandgesellschaften im engen Sinne (*Molinio-Arrhenatheretea*), wird durch die hochmontane Kammgrasweide (*Festuco-Cynosuratum*, Tab. 3), vertreten. Diese wird in erster Linie durch das Kammgras (*Cynosurus cristatus*), Weißklee (*Trifolium repens*), Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis*) und Gänseblümchen (*Bellis perennis*) gekennzeichnet. Außerdem noch Rotklee (*Trifolium pratense*), Berg-Frauenmantel (*Alchemilla monticola*), Rot-Schwingel (*Festuca rubra*) und Schafgarbe (*Achillea millefolium*). Als Differentialarten einer hochmontanen Höhenform kommen hierzu Vertreter der subalpinen-alpinen Weiden, wie Gold-Pippau (*Crepis aurea*) und Alpen-Rispengras (*Poa alpina*).

Zu den alpinen Kalkmagerrasen (*Seslerietea*) gehören im Arbeitsgebiet zwei, meist blütenbunte Rasengesellschaften:

Der Rostseggenrasen (*Caricetum ferruginei*, Tab. 4, Sp. 1), zeichnet sich durch dichte Bestände der rasig wachsenden Rostsegge (*Carex ferruginea*) aus, die oft wie gekämmt aussehen.

Als Gesellschaft, die mäßig feuchte bis frische Standorte bevorzugt, ist sie in feuchten Mulden und Rinnen sowie an schattigen Abhängen auf allen drei Almen anzutreffen.

Der Blaugras-Horstseggenrasen (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*, Tab. 4, Sp. 2 - 4), zeichnet sich

vor allem durch mehr oder weniger dichte Bestände der Horstsegge (*Carex sempervirens*) aus, die hier ihre optimale Entfaltung zeigt.

Die Gesellschaft ist für flachgründige, mäßig trockene und sonnige Hänge aus Hauptdolomit und Plattenkalk sehr charakteristisch. Sie nimmt auf allen drei Almen jeweils bedeutende Flächen ein. An Südhängen kommen auch locker mit Fichten bestockte Ausprägungen vor. Auf Buckelfluren kann kleinräumiger Wechsel mit Rostseggenrasen ausgebildet sein (vgl. Abb. 6).

Der Kreuzblumen-Borstgrasrasen (*Polygalo-Nardetum*) zeichnet sich neben dem bestandsbildenden Borstgras (*Nardus stricta*) durch Hohlzunge (*Cynoglossum viride*), Ungarischen Enzian (*Gentiana pannonica*), Öhrchen-Habichtskraut (*Hieracium lactucella*) und Bleiche Segge (*Carex pallescens*) aus. Dazu kommen Zwergsträucher, wie Heidel- und Preiselbeere (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*).

Die Gesellschaft besiedelt kleine Flächen mit sauren Humusaufgaben am Nordostrand der Hochalm. Kartiert werden konnte nur eine Fläche mit auffallend viel Hasen-Segge (*Carex leporina*).

Der Bergmischwald in der Umgebung der untersuchten Almen gehört überwiegend zum Wintergrün-Tannenmischwald (*Pyrolo-Abietetum*). Nach OBERDORFER (1992) ist er auf kalkreichen Böden in den Bayerischen Alpen zwischen 900 und 1350 m Höhe verbreitet. Seine wichtigsten Baumarten sind Rotbuche (*Fagus sylvatica*), die Fichte (*Picea abies*) und die Tanne (*Abies alba*). Hierzu können je nach Standortverhältnissen der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), die Eberesche (*Sorbus aucuparia*) und der Mehlbeerbaum (*Sorbus aria*) treten. Von den Pflanzenarten des Unterwuchses sind besonders charakteristisch das namensgebende Nickende Wintergrün (*Pyrola secunda*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Nesselblättriger Ehrenpreis (*Veronica urticifolia*), Berg-Segge (*Carex montana*), Purpur-Lattich (*Prenanthes purpurea*) und Stinkender Hainlattich (*Aposeris foetida*).

In aufgelichteten Baumbeständen stehen fast nur noch ältere Fichten. Dort haben sich je nach Standortverhältnissen entweder dichte Rostseggen- oder Horstseggenrasen ausgebreitet. Diese Bestände sind dann als bestockte Ausprägungen der alpinen Kalkmagerrasen anzusprechen (s.o.).

### c) Vergleich der beschriebenen Pflanzengesellschaften

Flächenmäßig vorherrschend sind verschiedene Bodentypen aus der Gruppe der Rendzinen. Da die Horstseggen-Ausbildung der Kammgrasweide durch Andüngung aus Blaugras-Horstseggenrasen hervorgegangen ist, gedeiht auch sie über alpiner Moderrendzina. Die übrigen Ausbildungen der Kammgrasweide und die Alpengreiskraut-Gesellschaft bevorzugen verschiedene Braunerden. Auf kleinen Flächen sind daneben verschiedene Gleye mit Seggenrieden ausgebildet.

Tabelle 2

Rispenseggen-, Davall- und Braunseggenried (*Caricetum paniculatae*, *Caricetum davallianae* und *Caricetum nigrae*) auf der Hoch-, Mitterhütten- und Hölleialm in den Forstämtern Fall und Kreuth

| lfd. Nr.   | 1   | 2   | 3   | 4   |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Nr. der Gesellschaft   | 1   | 1   | 2   | 3   |
| Aufnahmejahr   | 92  | 92  | 92  | 92  |
| Aufnahmemonat  | 7   | 7   | 7   | 7   |
| Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )   | 10  | 6   | 8   | 10  |
| Meereshöhe (m ü. NN X 10)  | 114 | 115 | 134 | 138 |
| Exposition   | W   | W   | SW  | S   |
| Hangneigung (°)  | 5   | 8   | 15  | 2   |
| Artenzahl  | 15  | 38  | 25  | 22  |
| Deckung der Krautschicht (%)   | 95  | 90  | 65  | 95  |
| Deckung der Moosschicht (%)  | 10  | 10  | 10  | +   |
| <b>1. Kennarten des Rispenseggenrieds (<i>Caricetum paniculatae</i>)</b> |     |     |     |     |
| <i>Carex paniculata</i>  | 5   | +   | .   | .   |
| <i>Veronica beccabunga</i>   | 2   | .   | .   | .   |
| <b>2. Kennarten des Davallseggenrieds (<i>Caricetum davallianae</i>)</b> |     |     |     |     |
| <i>Carex davalliana</i>  | .   | 3   | 2   | .   |
| <i>Eriophorum latifolium</i>   | .   | 1   | 1   | .   |
| <i>Juncus alpino-articulatus</i>   | .   | +   | +   | .   |
| <i>Drepanocladus intermedius</i>   | .   | +   | 2   | .   |
| <i>Carex flava</i>   | .   | 1   | .   | +   |
| <i>Parnassia palustris</i>   | .   | +   | .   | .   |
| <i>Carex lepidocarpa</i>   | .   | .   | 2   | .   |
| <i>Pinguicula vulgaris</i>   | .   | .   | 1   | .   |
| <i>Primula farinosa</i>  | .   | .   | 1   | .   |
| <i>Epipactis palustris</i>   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Tofieldia calyculata</i>  | .   | .   | +   | .   |
| <i>Campylopus stellatum</i>  | .   | .   | +   | .   |
| <b>3. Kennarten der Braunseggenrieds (<i>Caricetum fuscae</i>)</b>       |     |     |     |     |
| <i>Carex echinata</i>  | .   | +   | .   | 1   |
| <i>Carex fusca</i>   | .   | .   | .   | 5   |
| <i>Juncus filiformis</i>   | .   | .   | .   | +   |
| <b>Sonstige Arten</b>  |     |     |     |     |
| <i>Carex panicea</i>   | .   | 2   | 2   | +   |
| <i>Calycocorus stipitata</i>   | .   | +   | .   | +   |
| <i>Caltha palustris</i>  | .   | +   | 1   | .   |
| <i>Myosotis palustris</i>  | 1   | +   | .   | +   |
| <i>Calliergonella cuspidata</i>  | 1   | 2   | .   | +   |
| <i>Potentilla erecta</i>   | .   | 1   | 2   | +   |
| <i>Primula elatior</i>   | .   | +   | .   | .   |
| <i>Valeriana dioica</i>  | 2   | 2   | .   | .   |
| <i>Cratoneuron filicinum</i>   | .   | +   | .   | .   |
| <i>Plagiomnium elatum</i>  | 2   | +   | .   | .   |
| <i>Briza media</i>   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Leontodon hispidus hastilis</i>                                       | .   | .   | +   | .   |
| <i>Lotus corniculatus agg.</i>   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Molinia caerulea</i>  | .   | .   | +   | .   |
| <i>Sesleria albicans</i>   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>   | .   | .   | .   | +   |
| <i>Ranunculus acris</i>  | .   | .   | +   | +   |
| <i>Carex flacca</i>  | .   | .   | .   | +   |
| <i>Ajuga reptans</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Chaerophyllum hirsutum hirsutum</i>                                   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Chrysosplenium alternifolium</i>                                      | .   | .   | .   | .   |
| <i>Mentha longifolia</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Poa trivialis</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Brachythecium rivulare</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Blysmus compressus</i>  | .   | 2   | .   | .   |
| <i>Lysimachia nemorum</i>  | .   | 1   | .   | .   |
| <i>Crepis paludosa</i>   | .   | 1   | .   | .   |
| <i>Cirsium palustre</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Dactylis glomerata</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Euphrasia picta</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Juncus inflexus</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Plantago lanceolata</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Trifolium pratense</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Fraxinus excelsior</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Cerastium holosteoides</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Eupatorium cannabinum</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Ranunculus montanus</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Aster bellidiastrum</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Carex sempervirens</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Gentiana clusii</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Scabiosa lucida</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Tussilago farfara</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Trollius europaeus</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Leontodon autumnalis</i>  | .   | .   | .   | 1   |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>   | .   | .   | .   | 1   |
| <i>Carum carvi</i>   | .   | .   | .   | +   |
| <i>Crepis aurea</i>  | .   | .   | .   | +   |
| <i>Festuca rubra</i>   | .   | .   | .   | +   |
| <i>Hieracium lactucella</i>  | .   | .   | .   | +   |
| <i>Luzula multiflora</i>   | .   | .   | .   | +   |
| <i>Nardus stricta</i>  | .   | .   | .   | +   |
| <i>Trifolium repens</i>  | .   | .   | .   | +   |
| <i>Thuidium delicatulum</i>  | .   | .   | .   | +   |

Tabelle 3

Alpengreiskraut-Gesellschaft (Gesellschaft von *Senecio alpinus*) auf der Hoch-, Mitterhütten- und Hölleialm in den Forstämtern Fall und Kreuth

| lfd. Nr.  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nr. der Gesellschaft  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| Aufnahmejahr  | 92  | 92  | 92  | 92  | 92  |
| Aufnahmemonat   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   |
| Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )  | 15  | 25  | 20  | 20  | 8   |
| Meereshöhe (m ü. NN X 10)   | 140 | 139 | 131 | 127 | 115 |
| Exposition  | W   | NO  | OSO | N   | SW  |
| Hangneigung (°)   | 9   | 6   | 6   | 10  | 6   |
| Artenzahl   | 10  | 10  | 12  | 14  | 14  |
| Deckung der Krautschicht (%)  | 95  | 95  | 95  | 100 | 95  |
| Deckung der Moosschicht (%)   | 0   | 0   | 0   | +   | +   |
| <b>4. Kennarten der Alpengreiskraut (<i>Senecio alpinus</i>)-Gesellschaft</b> |     |     |     |     |     |
| <i>Senecio alpinus</i>  | 5   | 5   | 5   | 3   | +   |
| <b>Ordnungs- und Klassenkennarten (<i>Artemisietea</i>)</b>                   |     |     |     |     |     |
| O <i>Mentha longifolia</i>  | 2   | +   | .   | 1   | .   |
| <i>Silene dioica</i>  | .   | .   | .   | +   | 1   |
| <i>Geum urbanum</i>   | .   | .   | .   | .   | .   |
| X <i>Urtica dioica</i>  | 1   | 1   | 1   | 4   | 5   |
| <i>Cirsium vulgare</i>  | r   | r   | .   | .   | .   |
| <i>Lamium album</i>   | .   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Chenopodium bonus-henricus</i>   | .   | .   | .   | .   | +   |
| <b>Begleiter</b>  |     |     |     |     |     |
| <i>Myosotis sylvatica</i>   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   |
| <i>Poa trivialis</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Ranunculus repens</i>  | .   | .   | 1   | 1   | .   |
| <i>Epilobium alpestre</i>   | 1   | 1   | .   | .   | .   |
| <i>Chaerophyllum hirsutum hirsutum</i>  | .   | .   | .   | 1   | .   |
| <i>Veronica chamaedrys</i>  | .   | .   | 2   | 1   | .   |
| <i>Dactylis glomerata</i>   | .   | .   | .   | .   | +   |
| <i>Rumex obtusifolius</i>   | .   | .   | .   | .   | +   |
| <i>Chrysosplenium alternifolium</i>   | .   | 1   | .   | .   | .   |
| <i>Veronica serpyllifolia</i>   | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Galeopsis tetrahit</i>   | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Poa pratensis</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Ranunculus ficaria</i>   | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Rumex alpestris</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Senecio fuchsii</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Stellaria media</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Tussilago farfara</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Carex paniculata</i>   | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Festuca pratensis</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Stachys sylvatica</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Brachythecium rutabulum</i>  | .   | .   | .   | .   | .   |

Tabelle 4

Kammgrasweide (*Festuco-Cynosuretum*) auf der Hoch-, Mitterhütten- und Hölleialm in den Forstämtern Fall und Kreuth

| lfd. Nr.   | 1   | 2   | 3   | 4   |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Nr. der Gesellschaft   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| Aufnahmejahr   | 92  | 92  | 92  | 92  |
| Aufnahmemonat  | 7   | 7   | 7   | 7   |
| Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )                                   | 36  | 35  | 24  | 36  |
| Meereshöhe (m ü. NN X 10)  | 139 | 139 | 127 | 115 |
| Exposition   | NO  | SO  | O   | NW  |
| Hangneigung (°)  | 4   | 10  | 20  | 20  |
| Artenzahl  | 43  | 39  | 41  | 49  |
| Deckung der Krautschicht (%)                                       | 95  | 95  | 95  | 95  |
| Deckung der Moosschicht (%)  | +   | +   | +   | 1   |
| <b>5. Kennarten der Kammgrasweide (<i>Festuco-Cynosuretum</i>)</b> |     |     |     |     |
| <i>Leontodon autumnalis</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Cynosurus cristatus</i>   | .   | .   | .   | .   |
| <b>Trennartengruppe 1</b>  |     |     |     |     |
| <i>Nardus stricta</i>  | 4   | 2   | .   | .   |
| <i>Potentilla erecta</i>   | 1   | .   | .   | .   |
| <i>Veronica officinalis</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Carex leporina</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Hieracium lactucella</i>  | .   | .   | .   | .   |
| <i>Coeloglossum viride</i>   | .   | .   | .   | .   |



Fortsetzung: Tabelle 4

|   |                                 |   |   |   |   |
|---|---------------------------------|---|---|---|---|
| Trennartengruppe 2  |                                 |   |   |   |   |
| Carex sempervirens  | -                               | - | + | + |   |
| Phyteuma orbiculare   | -                               | - | + | + |   |
| Cardus defloratus   | -                               | - | + | + |   |
| Gentiana verna  | -                               | - | + | + |   |
| Ordnungs- und Klassenkennarten ( <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> ) |                                 |   |   |   |   |
| O   | Alchemilla monticola            | 2 | 1 | + | + |
|   | Achillea millefolium            | + | + | + | + |
|   | Leontodon hispidus hispidus     | + | + | + | + |
|   | Crepis aurea                    | + | + | + | + |
|   | Trifolium repens                | + | + | + | + |
|   | Chrysanthemum leucanthemum      | + | + | + | + |
|   | Bellis perennis                 | + | + | + | + |
|   | Poa alpina                      | 1 | - | - | - |
|   | Lotus comiculatus agg.          | + | - | - | + |
|   | Carum carvi                     | - | + | - | - |
|   | Avenochloa pubescens            | - | - | - | + |
|   | Galium album                    | - | - | - | + |
|   | Prunella vulgaris               | - | - | - | + |
| K   | Leontodon hispidus hastilis     | 1 | 1 | 1 | 2 |
|   | Ranunculus acris                | + | 1 | 2 | + |
|   | Brachythecium rutabulum         | + | + | + | + |
|   | Trifolium pratense              | + | 1 | 1 | + |
|   | Festuca rubra                   | 2 | 2 | - | 2 |
|   | Festuca pratensis               | - | 3 | 3 | 2 |
|   | Linum catharticum               | - | + | + | + |
|   | Centaurea jacea                 | - | + | + | - |
|   | Cerastium holosteoides          | - | + | + | - |
|   | Plantago lanceolata             | - | + | + | - |
|   | Polygala amarella               | - | - | + | 1 |
|   | Juncus effusus                  | + | - | - | - |
|   | Myosotis palustris              | - | - | - | - |
|   | Crepis paludosa                 | - | - | - | + |
|   | Lathyrus pratensis              | - | - | - | + |
|   | Vicia cracca                    | - | - | - | + |
| Begleiter   |                                 |   |   |   |   |
|   | Anthoxanthum odoratum           | + | 1 | + | 1 |
|   | Carex flacca                    | 1 | + | + | + |
|   | Carex pallescens                | 1 | + | 1 | + |
|   | Carex sylvatica                 | + | 1 | 2 | 1 |
|   | Chaerophyllum hirsutum hirsutum | + | + | 3 | 1 |
|   | Veronica chamaedrys             | + | + | 1 | + |
|   | Carex flava                     | + | + | - | - |
|   | Primula elatior                 | + | - | - | 2 |
|   | Dactylis glomerata              | - | 3 | 2 | 2 |
|   | Ranunculus repens               | - | + | + | + |
|   | Trisetum flavescens             | - | + | + | + |
|   | Agrostis tenuis                 | 1 | + | - | - |
|   | Carex fusca                     | + | + | - | - |
|   | Deschampsia cespitosa           | + | + | - | - |
|   | Ranunculus montanus             | + | + | - | - |
|   | Calycocorsus stipitata          | 1 | - | + | - |
|   | Campanula scheuchzeri           | + | - | + | - |
|   | Lysimachia nemorum              | + | - | + | - |
|   | Plantago lanceolata             | + | - | 1 | - |
|   | Galium anisophyllum             | + | - | + | - |
|   | Minium spec.                    | - | + | - | + |
|   | Vicia sepium                    | - | - | + | + |
|   | Anemone nemorosa                | + | - | - | - |
|   | Carex panicea                   | + | - | - | - |
|   | Ranunculus nemorosus            | + | - | - | - |
|   | Rumex alpestris                 | - | + | - | - |
|   | Carex caryophylla               | - | - | + | - |
|   | Meniha longifolia               | - | - | + | - |
|   | Plantago media                  | - | - | + | - |
|   | Taraxacum officinale            | - | - | + | - |
|   | Acer pseudoplatanus             | - | - | + | - |
|   | Ranunculus ficaria              | - | - | r | - |
|   | Agrostis stolonifera            | - | - | - | 1 |
|   | Ajuga reptans                   | - | - | - | + |
|   | Carex paniculata                | - | - | - | + |
|   | Rumex alpinus                   | - | - | - | + |
|   | Senecio alpinus                 | - | - | - | + |
|   | Acer platanoides                | - | - | - | + |
|   | Silene dioica                   | - | - | - | r |
|   | Fraxinus excelsior              | - | - | - | r |

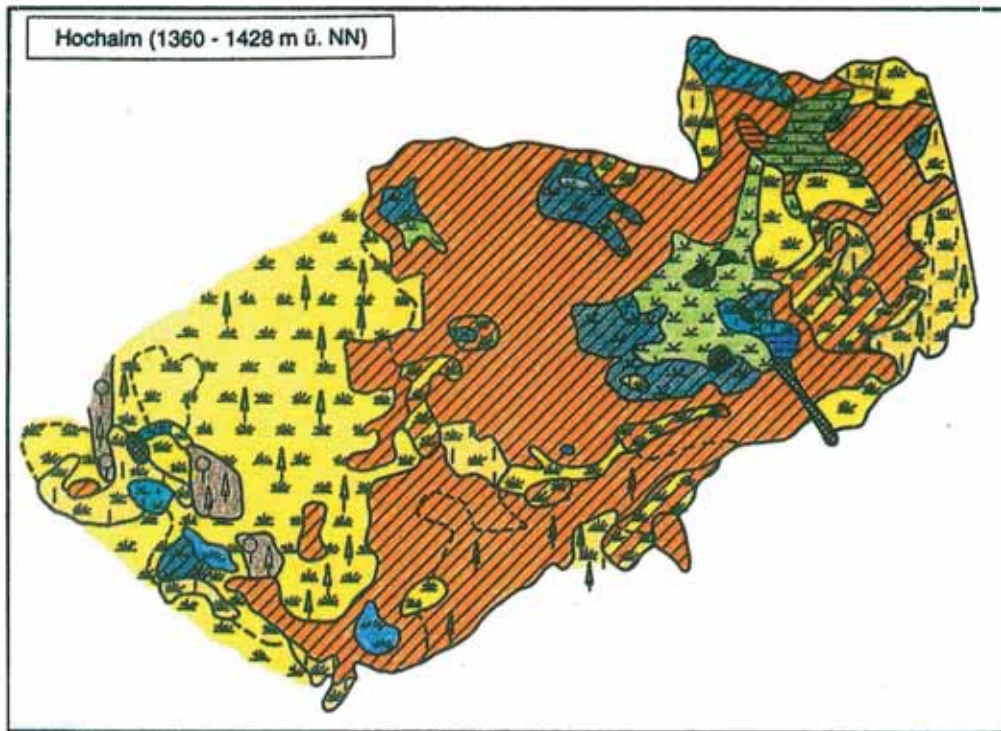
Fortsetzung: Tabelle 5

|                             |   |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| Carex sylvatica             | - | + | - | - |
| Carum carvi                 | - | + | - | - |
| Chrysanthemum leucanthemum  | - | + | - | - |
| Leontodon hispidus hispidus | - | + | - | - |
| Nardus stricta              | - | + | - | - |
| Taraxacum officinale        | - | + | - | - |
| Thuidium delicatulum        | - | + | - | - |
| Hieracium piloselloides     | - | r | - | - |
| Teucrium montanum           | - | - | 2 | - |
| Centaurea jacea             | - | - | + | - |
| Hieracium bupleuroides      | - | - | + | - |
| Potentilla verna            | - | - | + | - |
| Prunella grandiflora        | - | - | + | - |
| Calamagrostis varia         | - | - | - | 1 |
| Erica herbacea              | - | - | - | + |
| Primula farinosa            | - | - | - | + |
| Tortella inclinata          | - | - | - | + |
| Fraxinus excelsior          | - | - | - | r |

Tabelle 5

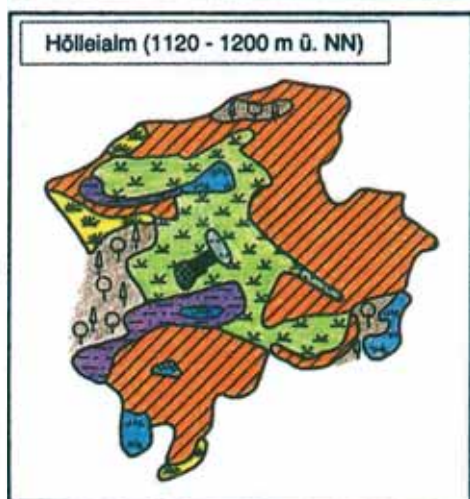
Rostseggen- und Blaugras-Horst-Seggenrasen (*Caricetum ferrugineae* und *Seslerio-Caricetum sempervirentis*) auf der Hoch-, Mitterhütten- und Hölleialm in den Forstämtern Fall und Kreuth

| lfd. Nr.  | 1   | 2   | 3   | 4   |
|---|-----|-----|-----|-----|
| Nr. der Gesellschaft  | 6   | 7   | 7   | 7   |
| Aufnahmejahr  | 92  | 92  | 92  | 92  |
| Aufnahmemonat   | 7   | 7   | 7   | 7   |
| Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )  | 20  | 36  | 35  | 2   |
| Meereshöhe (m ü. NN X 10)   | 131 | 141 | 117 | 118 |
| Exposition  | NO  | W   | SSW | SW  |
| Hangneigung (°)   | 25  | 17  | 32  | 40  |
| Artenzahl   | 57  | 46  | 36  | 27  |
| Deckung der Krautschicht (%)  | 75  | 90  | 95  | 70  |
| Deckung der Moosschicht (%)   | 1   | +   | 0   | 1   |
| 6. Kennarten des Rost-Seggenrasens ( <i>Caricetum ferrugineae</i> )                       |     |     |     |     |
| Carex ferruginea  | 4   | 1   | -   | -   |
| 7. Kennarten des Blaugras-Horst-Seggenrasens ( <i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i> ) |     |     |     |     |
| Carex sempervirens  | +   | 4   | 4   | 1   |
| Carex mucronata   | -   | -   | +   | 3   |
| Carex firma   | -   | -   | -   | 1   |
| Coeloglossum viride   | -   | -   | -   | +   |
| Ordnungs- und Klassenkennarten ( <i>Seslerietea albicanis</i> )                           |     |     |     |     |
| Sesleria albicans   | 1   | 2   | 2   | +   |
| Galium anisophyllum   | +   | +   | +   | +   |
| Thymus polytrichus  | +   | +   | +   | +   |
| Cardus defloratus   | +   | -   | +   | +   |
| Thesium alpinum   | +   | -   | +   | r   |
| Dryas octopetala  | r   | -   | -   | 2   |
| Phyteuma orbiculare   | -   | +   | +   | -   |
| Anthyllis vulneraria  | -   | -   | 1   | +   |
| Globularia cordifolia   | -   | -   | -   | +   |
| Scabiosa lucida   | -   | -   | +   | +   |
| Alchemilla conjuncta  | +   | -   | -   | -   |
| Gentiana verna  | -   | +   | -   | -   |
| Traunsteinera globosa   | -   | r   | -   | -   |
| Helianthemum grandiflorum   | -   | -   | 1   | -   |
| Gentiana clusii   | -   | -   | -   | +   |
| Globularia nudicaulis   | -   | -   | -   | +   |
| Begleiter   |     |     |     |     |
| Linum catharticum   | +   | +   | +   | +   |
| Polygala chamaebuxus  | +   | +   | +   | +   |
| Potentilla erecta   | 1   | 1   | +   | 1   |
| Carex flacca  | +   | 1   | +   | -   |
| Dactylis glomerata  | +   | +   | r   | -   |
| Hieracium bifidum   | +   | +   | +   | -   |
| Leontodon hispidus hastilis   | +   | +   | +   | -   |
| Lotus comiculatus agg.  | 1   | +   | +   | -   |
| Ranunculus nemorosus  | +   | +   | +   | -   |
| Trifolium pratense  | +   | +   | +   | -   |
| Briza media   | -   | +   | +   | +   |
| Carlina acaulis   | -   | 1   | +   | +   |
| Ajuga reptans   | r   | +   | -   | -   |
| Aposotis foetida  | 1   | +   | -   | -   |
| Astrantia major   | +   | +   | -   | -   |
| Carex flava   | +   | +   | -   | -   |
| Deschampsia cespitosa   | +   | +   | -   | -   |
| Polygala amarella   | +   | +   | -   | -   |
| Polygonum viviparum   | +   | +   | -   | -   |
| Primula elatior   | +   | +   | -   | -   |
| Soldanella alpina   | +   | +   | -   | -   |
| Pimpinella major  | +   | -   | r   | -   |
| Acer pseudoplatanus   | 1   | -   | -   | -   |
| Campanula scheuchzeri   | -   | +   | +   | -   |
| Hippocrepis comosa  | -   | +   | +   | -   |
| Plantago lanceolata   | -   | +   | +   | -   |
| Plantago media  | -   | +   | +   | -   |
| Valeriana saxatilis   | +   | -   | -   | +   |
| Buphthalmum salicifolium  | -   | -   | 1   | 2   |
| Ranunculus montanus   | 1   | -   | -   | -   |
| Trollius europaeus  | 1   | -   | -   | -   |
| Adenostyles glabra  | +   | -   | -   | -   |
| Aster bellidiastrum   | +   | -   | -   | -   |
| Carex montana   | +   | -   | -   | -   |
| Geranium sylvaticum   | +   | -   | -   | -   |
| Hepatica nobilis  | +   | -   | -   | -   |
| Homogyne alpina   | +   | -   | -   | -   |
| Knautia dipsacifolia  | +   | -   | -   | -   |
| Ligusticum mutellina  | +   | -   | -   | -   |
| Listera ovata   | +   | -   | -   | -   |
| Melampyrum sylvaticum   | +   | -   | -   | -   |
| Melica nutans   | +   | -   | -   | -   |
| Mercurialis perennis  | +   | -   | -   | -   |
| Poa trivialis   | +   | -   | -   | -   |
| Tofieldia calyculata  | +   | -   | -   | -   |
| Veronica urticifolia  | +   | -   | -   | -   |
| Ctenidium molluscum   | +   | -   | -   | -   |
| Lophocolea bidentata  | +   | -   | -   | -   |
| Rhytidadelphus squarrosus   | +   | -   | -   | -   |
| Rhytidadelphus triquetrus   | +   | -   | -   | -   |
| Tortella tortuosa   | +   | -   | -   | -   |
| Campanula cochlearifolia  | r   | -   | -   | -   |
| Gentiana lutea  | r   | -   | -   | -   |
| Scapania spec.  | r   | -   | -   | -   |
| Picea abies   | r   | -   | -   | -   |
| Agrostis stolonifera  | -   | +   | -   | -   |
| Agrostis tenuis   | -   | +   | -   | -   |
| Alchemilla monticola  | -   | +   | -   | -   |
| Anthoxanthum odoratum   | -   | +   | -   | -   |
| Carex pallescens  | -   | +   | -   | -   |



Vegetationseinheiten

-  Risenseggenried  
(*Caricetum paniculatae*)
-  Davallseggenried  
(*Caricetum davallianae*)
-  Braunseggenried  
(*Caricetum fuscae*)
-  Alpengreiskrautflur  
(Gesellschaft von *Senecio alpinus*)
-  Lägerispengras-Rasen  
(*Alchemillo - Poetum supinae*)
-  Rasenschmielenreiche Kammgrasweide  
(*Festuco - Cynosuretum*, Subass. von *Deschampsia cespitosa*)
-  Typische Kammgrasweide  
(*Festuco - Cynosuretum typicum*)
-  Seggenreiche Kammgrasweide  
(*Festuco - Cynosuretum*, Subass. von *Carex sempervirens*)
-  Borstgrasreiche Kammgrasweide  
(*Festuco - Cynosuretum*, Subass. von *Nardus stricta*)
-  Rasenschmielenreicher Rostseggenrasen  
(*Caricetum ferruginei*, Subass. von *Deschampsia cespitosa*)
-  Typischer Rostseggenrasen  
(*Caricetum ferruginei typicum*)
-  Blaugras-Horstseggenrasen  
(*Seslerio - Caricetum sempervirentis*)
-  Rostseggen- und Blaugras-Horstseggenrasen in kleinräumigem Wechsel  
(*Caricetum ferruginei/Seslerio - Caricetum sempervirentis*)
-  Kreuzblumen-Borstgrasrasen  
(*Polygalo - Nardetum*)
-  Bergmischwald  
(*Pyrolo - Abietetum*)
-  mit Fichtenbedeckung  
(*Picea abies*)
-  Bauwerk oder Bauwerksruine



Maßstab: 1 : 5 000



Bearbeiter: W. Braun  
(25. Aug. 1992)

Abbildung 7

— Vegetationskarten der Höllei-, Mitterhütten- und Hochalm aus dem westlichen Mangfallgebirge

Der Lägerrippengrasrasen ist bevorzugt an Standorten entwickelt, an denen ohne stärkere Trittbelastung auch die Kammgrasweide stehen könnte. Demnach sind hier ähnliche ökologische Standortvoraussetzungen zu erwarten wie bei der Kammgrasweide.

Der Kreuzblumen-Borstgrasrasen steht auf podsoligen Parabraunerden.

Bei einer Höhenausdehnung zwischen 1120 und 1428 m ü. NN liegen alle drei Lichtweideflächen in der hochmontanen Vegetationsstufe und sind damit fast durchwegs potentielle Waldstandorte. Ursprüngliche Standorte von alpinen Kalkmagerrasen stellen wahrscheinlich nur einzelne Felsfreistellungen an Gipfeln der Umgebung (z. B. Gerstenrieder Kopf und Roßkopf) oder in Bachschluchten dar. An Quellaustritten in letzteren kommen auch Primärstandorte des Davallseggenrieds vor. Relativ natürlich ist auch das Braunseggenried am Ufer eines kleinen Dolinenweiher auf der Hochalm.

Die derzeitige Ausdehnung auf den untersuchten Almen verdanken die genannten Assoziationen ausschließlich dem Wirken des Menschen und seiner Haustiere. Die übrigen Pflanzengesellschaften sind hier ohnehin anthropozoogen.

Bei einem Auflassen würde sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren gesehen durch natürliche Sukzession bis auf die oben erwähnten Sonderstandorte überall der Wald einstellen. Brachestadien auf Almen können zwar vorübergehend sehr struktur- und artenreich sein, am Ende müßte aber ein Verlust der anthropozoogenen Gesellschaften und eine erhebliche Verminderung der standortbedingten Vielfalt (vgl. Untergesellschaften und Varianten) von natürlichen Gesellschaften stehen.

Im übrigen dürfte aber die Ausbildung echter Brachestadien lange dauern. Auch im dritten Jahr ohne Weidevieh waren auf Kammgrasweiden, in alpinen Kalkmagerrasen und sogar im Davallseggenried zwar Baumarten - Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Fichte (*Picea abies*), auf der Höllei-Alm auch Esche (*Fraxinus excelsior*) - vorhanden, aber nur als Keimlinge oder kurz gebissene Jungpflanzen. Trotz Fehlen von Haustieren waren im Sommer 1992 die Kammgrasweiden kurz abgefressen.

Als Vorposten der Wälder sind auf allen drei Almen Teile der Lichtweide von größtenteils mächtigen Einzelfichten überstellt. Sie verleihen den Almen einen besonderen Reiz. Außerdem bieten diese "Wetterbäume" mit abgestorbenen Ästen oder auch Stämmen an sonnigen Standorten zahlreichen holzbewohnenden Gliedertieren wichtige Lebensstätten (RINGLER 1992: 212), die wiederum Vögel anlocken.

### 3.2.3.1 Verkehrs- und Wirtschaftsflächen

Nutzung:

Die meisten Flächen in den Dörfern waren unversiegelt. Der Befestigungsgrad richtete sich nach der Nutzungsintensität, d.h. nach der Häufigkeit des Betretens oder Befahrens: Die Hofflächen waren

nur unmittelbar vor der Hauswand des Wohnteils mit einem (Kieselstein-) Pflaster befestigt. Um den Wohnteil herum wurde hin und wieder aufgekiest. Die unterschiedliche Nutzungsintensität sowie verschiedene Bodenbeläge lassen eine Vielzahl von Kleinstandorten entstehen: Pflasterflächen stellen je nach Wasserabfluß feuchte oder trockene Standorte dar. In den Pflasterritzen, der in Sand gelegten Steine, können sich Moose oder Trittpflanzengesellschaften ansiedeln.

Wasserdurchlässige und feinerdearme Kies- und Schotterflächen bilden trockene und nährstoffarme Bereiche, die durch starke Erwärmung am Tag und Auskühlung in der Nacht hohen Temperaturschwankungen unterliegen. Aufgrund des ständigen Materialeintrages durch Ernte und Viehhaltung weist der Boden der Hofflächen hohe Nährstoffkonzentrationen auf. Regelmäßige Beanspruchung durch Viehtritt und Sickersäfte des Misthaufens führten in der Umgebung des Stallteils zu offenen, morastigen Böden. Auch bei den Straßen und Wegen war die Nutzungsbeanspruchung in der Materialwahl ablesbar: Die Hauptstraßen waren geteert, alle untergeordneten Fuß- und Fahrwege lediglich geschottert. An Hohlwegen stand meist der natürliche Untergrund an.

Die Nutzung der wegbegleitenden Grünstreifen und Restflächen war unterschiedlich: Diejenigen, die an Viehtrieben lagen, wurden regelmäßig beweidet, andere von Kleinviehhaltern ohne eigenen Grund gemäht. Vor Fronleichnam mähte man die Ränder begangener Wege aus ästhetischen Gründen.

Wie heute noch in der Nachbargemeinde Unterau zu sehen ist, diente ein breiterer Grünstreifen entlang der Straße oft als multifunktionale, gemeinschaftlich genutzte Fläche, z. B. zum Abstellen von Geräten, zur Lagerung von Holz oder als Auslauffläche für Geflügel (Fotos 23 und 24).

Vegetation:

Wuchsorte entlang von Straßen und Wegen werden durch häufiges Betreten und Befahren meist stark gestört. Es entstehen somit immer wieder offene Pionierstandorte für Trittpflanzen- und Annuelle Pioniergesellschaften. Je nach Verdichtungsgrad kann man im Querschnitt unbefestigter Wege eine charakteristische Abfolge von niedrigwüchsigen Trittpflanzengesellschaften an den begangenen und befahrenen Weg- und Straßenrändern über Hochstaudengesellschaften an den Weg- und Straßenrändern bis hin zu wegbegleitenden Gebüschern beobachten.

Böschungen bieten nach Neigung, Bodenart, Pflege und angrenzender Nutzung wechselnde Standortbedingungen. Meist sind sie jedoch durch mineralstoffreiche, wasserzügige und wärmebegünstigte Standortbedingungen gekennzeichnet. An ihnen finden sich daher oft noch Überreste von ehemals weiter verbreiteten Magerrasen oder Extensivweiden.

Wege, Wegränder und Böschungen übernehmen als lineare Flächennutzungen eine wichtige Funktion bei der Biotopverbindung (vgl. dazu OTTE 1995).

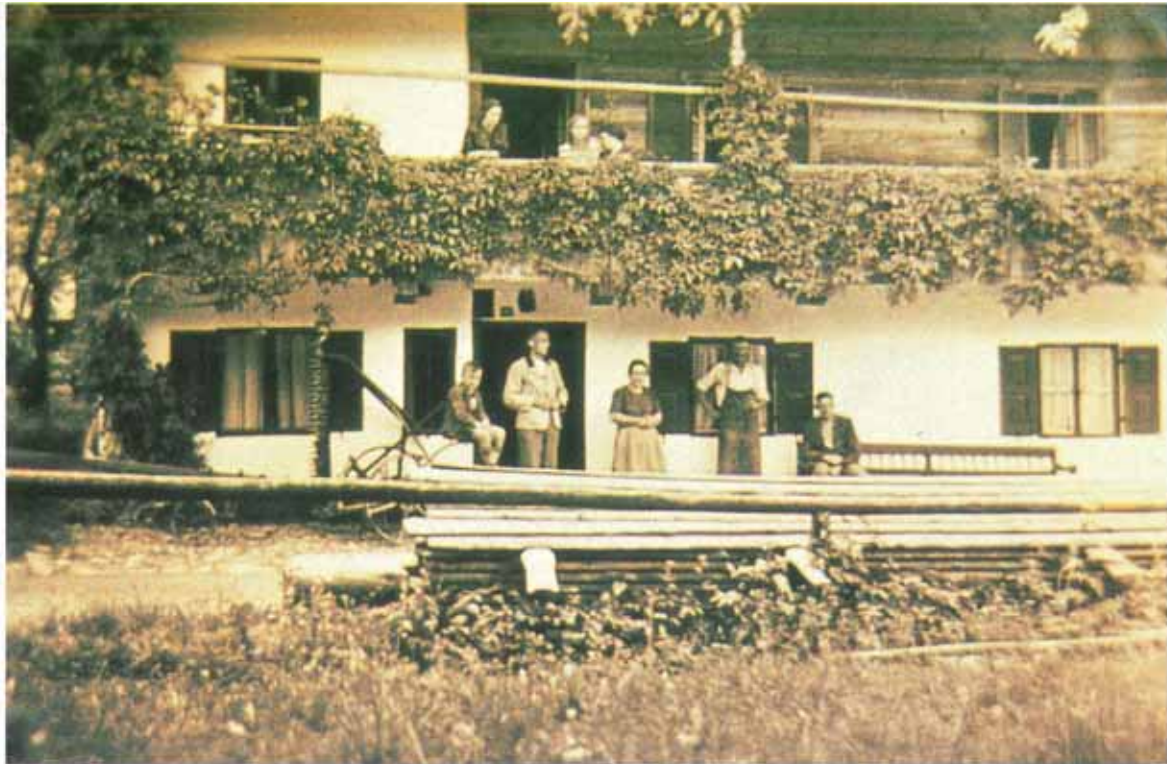


Foto 23: Schnittholzlager vor dem Hof der Familie Gerg in Kochel (1)



Foto 24: Abstell- und Lagerflächen hinter landwirtschaftlichen Gebäuden in Ried (4)

### 3.2.3.2 Abstell- und Lagerflächen

In oder am Rande von Nutzungsparzellen wie dem Wirtschaftshof, dem Obstgarten, an Wegrändern, vor Hauswänden und anderen Restflächen wurden Materialien gelagert.

Diese Lagerstellen werden zwar regelmäßig (!) und intensiv, aber oft nur saisonal genutzt und damit gestört. In ihrem Umgriff befinden sich mehr oder weniger stark mit Nährstoffen angereicherte Standorte.

#### a) Wirtschaftsdünger

Bis in die 50er Jahre besaß die Größe des Misthaufens Maßstabscharakter für den Wohlstand eines Bauern, da sie proportional zu der Größe des Viehbestandes war. Er wurde möglichst nah am Stallausgang errichtet, um den Transportweg kurz zu halten. Ein Teil des Sickersafts floß stets in die Umgebung des Misthaufens und sorgte dort für eine starke Eutrophierung. Nährstoffbedürftige Holunder (*Sambucus nigra*), aber auch mächtige Birnbäume standen daher oft in der Nähe der Dungstätte.

Misthaufen und Jaucherinne stellen - hinsichtlich Nährstoffanreicherung und hoher Wärmeentwicklung - ausgesprochene Extremstandorte dar. In ihrem Umfeld befinden sich äußerst nitratreiche Standorte. Jaucherinnen können deshalb nur von salztoleranten Spezialisten (Halophyten, wie *Chenopodium album*, *Atriplex patula*; vgl. OTTE 1995) besiedelt werden.

#### b) Brennholz

Sog. "Meterscheiter", d. h. gespaltenes, 1 m langes Holz, wurde am Wald-, Wegrand oder im Obstgarten aufgeschichtet. Man lehnte sich dabei oft an vorhandene Zäune oder Bäume an. Im Winter erfolgte dann am Hof die Weiterverarbeitung zu 30 cm langen Brennholzscheitern, die an der süd- oder ostseitigen Hauswand regengeschützt aufgerichtet und bis zum darauffolgenden Winter getrocknet wurden. Umfangreiche und schön geschichtete Holzstöße waren das äußere Zeichen guten Wirtschaftens. Wie der geordnete Misthaufen besaßen auch sie nicht nur funktionellen, sondern auch ästhetischen Wert.

#### c) Dachplatten- und Ziegelstapel

Nicht benötigtes Material zum Dachdecken stapelte man meist jahrelang entlang von Zäunen, Hecken oder vor Stadelwänden angelehnt, wo sie nur bei Bedarf entnommen wurden.

#### d) Steinhaufen, Erdhaufen

Reste von Baumaterialien oder Abbruchmittel wurden meist auf Restflächen am Ortsrand gekippt, z.B. in die Nähe eines Stadels oder an den Waldrand, wo sie im Laufe der Zeit von Brennesseln und Holunderbüschen überwachsen wurden.

### 3.2.3.3 Landwirtschaftliche Gebäude

Aus den örtlich vorkommenden Baumaterialien Holz und Stein errichtete Wohn-, Wirtschafts- und Nebengebäude prägten das Erscheinungsbild im alten Ortsteil von Kochel.

Mauern und Wände besitzen ein je nach Exposition und Baumaterial unterschiedliches Kleinklima. Süd- und südwestexponierte Mauern zeichnen sich durch besonders hohe Temperaturschwankungen aus.

Der Bereich am Mauerfuß ist - ebenso wie der Zaunbereich - ein Saumbiotop (Ökoton), dessen Standortbedingungen stark von den angrenzenden Nutzungen abhängen. Desweiteren ist der Mauerfuß gut vor Tritteinfluß und Klimaextremen geschützt und bietet einen meist mit Nährstoffen angereicherten Wuchsort für Ruderalpflanzengemeinschaften. Der Nährstoffreichtum wird von auf Einträgen aus angrenzenden Nutzungen und auf Mineralstoffeinwaschungen aus dem Mauerwerk verursacht (vgl. BRANDES 1987, WITTIG 1991, OTTE 1995).

Der Bereich zwischen Gebäudefuß und Dachüberstand ist auf den Süd- und Ostseiten ein besonders geschützter Wuchsort (Regenschatten) für Ruderalpflanzen.

## 3.3 Veränderungen in der Landwirtschaft seit 1960

### 3.3.1 Allgemeine Voraussetzungen zu Veränderungen der Betriebsstrukturen und Wirtschaftsformen

Nach der Überwindung der Kriegsfolgen begann laut HENNING (1988) in der Landwirtschaft in Deutschland eine langfristige Phase der Wandlungen im Produktionsbereich:

Sie war gekennzeichnet durch ständige Ertragssteigerungen aufgrund verbesserter Pflanzenernährung mit künstlichen Düngemitteln.

Die zunehmende Mechanisierung der landwirtschaftlichen Arbeitsverfahren schlug sich allgemein nieder im Rückgang der Zahl der Zugtiere und der Zunahme der Schlepper. In Kochel fanden die ersten Traktoren erst Ende der 50er Jahre Verbreitung.

Außerdem war eine starke Abnahme der Zahl der Betriebe und der ganztägig in der Landwirtschaft Beschäftigten zu beobachten (HENNING 1988).

Im Untersuchungsgebiet wurde nach DEMLEITNER (mdl.) der Selbstversorgungsanspruch infolge verbesserter Versorgung und Einkommensverhältnisse aufgegeben. Ab den 60er Jahren setzte sich in Kochel a. See reine Grünlandbewirtschaftung durch, so daß 1990 nur noch 1 ha Ackerland in der landwirtschaftlichen Statistik erfaßt wurde (vgl. dazu Abb. 5).

### 3.3.2 Veränderungen bei den Nutzungsformen

Es folgt eine knappe Beschreibung der veränderten Nutzungsformen, aus der die Auflösung des Nutzungsmusters der traditionellen Kulturlandschaft ersichtlich ist. Die heutige Nutzungsverteilung ist in Karte 3 abgebildet (vgl. dazu auch Abb. 5).

#### 3.3.2.1 Tierhaltung

Die Milchkuhhaltung wurde intensiviert. Die Einführung des Elektrozaunes ermöglichte die Portionsweidehaltung, bei der den Tieren täglich eine Weideportion zugeteilt wird. Die Flächen werden zusätzlich gemäht. Diese sog. Mähweiden befinden sich in der Nähe der Höfe auf den ehemaligen Egartflächen. Die extensive Weidehaltung in Form der gemeinschaftlichen Heim- und Herbstnachweide wurde somit aufgegeben. Manche Betriebe gingen sogar zu ganzjähriger Stallhaltung mit Silagefütterung über. Damit verändert sich die Vegetation; von den Veränderungen in der Grünlandvegetation der Loisach-Kochelsee-Moore berichten die mehrfach zitierten Arbeiten von GANZERT (1990, 1991, 1993, 1994).

Beibehalten wurde dagegen die zweistufige Älpung des Jungviehs. Da jedoch die Behirtung eingestellt wurde - die Tiere werden vom Talbetrieb aus kontrolliert - besitzen die ehemaligen Hutungen nun den Charakter von Standweiden. Sie werden, da kein geregelter Weidewechsel stattfindet, nur mehr sehr ungleichmäßig beweidet. Auf der Kocheler Alm wird ab 1995 die Trennung von Wald und Weide durchgeführt; dabei werden Teile der Lichtweide aufgeforstet.

#### 3.3.2.2 Pflanzenproduktion

Auch dieser Betriebszweig büßte an Nutzungsvielfalt (Abb. 4 und 5) ein. Viele innerörtliche Bauern- und Obstgärten fielen der Bebauung oder Verstädterung der Gärten zum Opfer. Noch bestehende Baumgärten werden häufig zu oft beweidet, so daß insbesondere die Frühlingsgeophyten (*Ranunculus ficaria*, *Corydalis cava*, *Leucjum vernum* u. a.) zurückgehen. An deren Stelle breiten sich annuelle Ackerwildkräuter aus (z. B. *Stellaria media*, *Cardamine hirsuta*, *Poa annua*; vgl. LANGENSIEPEN & OTTE 1994).

Während die ehemaligen Egartflächen mit den Krautgärten in mehrschnittige Wiesen oder Mähweiden umgewandelt wurden, so daß die Ackerwildkraut-Gesellschaften ihre Standorte verloren haben (1990 nur noch 1 ha Ackerfläche in Kochel a. See), bleiben die meisten ehemaligen Wiesmahdflächen (z.B. "Buckelwiesen") und Streuwiesen heute ungemäht. Zu ihrer Erhaltung werden aufwendige Pflegeprogramme aufgelegt, deren Erfolg aber nur so lange anhält, wie Geldmittel dafür bereitgestellt werden (MATTHEIS & OTTE 1994).

Wiesen, die nicht aufgeforstet oder bebaut wurden, dienen als Standweiden für Jungvieh oder Schafe, was zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung führt (ELLENBERG 1986).

#### 3.3.2.3 Forstwirtschaft

Die Technisierung der Arbeitsabläufe erfaßte Ende der 50er Jahre auch die Forstwirtschaft. Der Einsatz des Schleppers auf Forstwegen ermöglichte Kahlschläge und Wiederaufforstungen auch in entlegenen Waldteilen. Dennoch wurde in vielen Bereichen weiterhin Plenterwirtschaft betrieben und der Einsatz von Arbeitspferden lebte neuerdings aufgrund seiner geringen mechanischen Bodenbelastung wieder auf.

#### 3.3.2.4 Infrastruktur und innerbetriebliche Organisation

Auch hier erfolgten einschneidende Veränderungen, indem innerörtliche Wege und Hofflächen maschinengerecht und zur leichteren Pflege asphaltiert wurden. Wegbegleitende Grünstreifen verschwanden entweder unter Bürgersteigen oder werden zum Teil regelmäßig maschinell gemäht.

Die meisten Dunghaufen wurden in den vergangenen Jahrzehnten von Güllegruben abgelöst. Lagerflächen für Holz, Baumaterialien u. a. sind zwar noch häufig zu finden, verloren jedoch besonders in Hausnähe durch Flächenversiegelungen an ästhetischem und ökologischem Wert.

### 3.3.3 Veränderung in der Vegetation

Die Veränderungen in der Vegetation, die die Intensivierung der Grünlandnutzung, die Aufforstung der Buckelwiesen, das Brachfallen von Streuwiesen, die Aufgabe der Waldweide und das Brachfallen der Almen verursacht, sind in Tab. 6 mit entsprechenden Literaturhinweisen aufgelistet.

Zusammenfassend ist dazu festzustellen, daß die vormalig ertragsschwächsten Standorte (die zu nasen und die steilen) heute meistens brach liegen.

Dagegen haben die früher schon produktivsten Standorte (Egart) eine hohe Ertragssteigerung als Grünland erfahren, so daß dort von der vormaligen Vegetation der zweischürigen Wiesen nichts erhalten geblieben ist.

Bei Weidenutzung auf den ehemaligen Egartflächen kommen in der aufgetretenen Grasnarbe noch einige annuelle Ackerwildkräuter wie *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galeopsis tetrahit* und *Poa annua* zum Vorschein und kennzeichnen damit die vormalige Ackernutzung.

## 4 Das Ring-Modell der abgestuften Nutzungsintensitäten

Um die funktionale Verbreitung der Nutzungen in der Landschaft um Kochel a. See zu verstehen, wird

Tabelle 6

Die charakteristische Pflanzengesellschaften der traditionellen Landnutzungsformen in der Gemeinde Kochel a. See im Vergleich zum Pflanzengesellschaftsbestand der heutigen Landnutzung

| Traditionelle Nutzung                  | Charakteristische Pflanzengesellschaften   | Allgemeine Tendenz in der Nutzungsveränderung   | Aktuell geförderte Vegetation  |
|--|--|---|--|
| <b>Flächen der Pflanzenproduktion</b>  |  |   |  |
| <b>Die Gärten</b>                      |  |   |  |
| <b>a Hausgarten</b>                    | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Chenopodio-Oxalidetum fontanae</i> ; vgl. OBERDORFER 1983)  | Tendenz zur Nutzungsaufgabe ist derzeit noch gering.  | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Chenopodio-Oxalidetum fontanae</i> ; vgl. OBERDORFER 1983)  |
| <b>b Obstgarten</b>                    | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Lolio-Cynosuretum ranunculetosum</i> ; vgl. LANGENSIEPEN & OTTE 1994)   | Rückgang der Nutzung erheblich (Bebauung und/oder Nutzung als beweidetes Intensivgrünland).       | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Lolio-Cynosuretum stellarietosum</i> ; vgl. WIESINGER & OTTE 1991)  |
| <b>c Krautgarten</b>                   | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Chenopodio-Oxalidetum fontanae</i> ; vgl. OBERDORFER 1983)  | Nutzung gibt es nicht mehr. Die aktuelle Nutzung ist Intensivgrünland.                            | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens stellarietosum</i> ; GANZERT 1990, 1991)  |
| <b>Die Egartflächen</b>                |  |   |  |
| <b>a Acker</b>                         | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Papaveretalia rhoeadis</i> ,<br><i>Sperguletalia arvensis</i> )   | Nutzung gibt es nicht mehr. Die aktuelle Nutzung ist Intensivgrünland.                            | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens stellarietosum</i><br>und <i>Juncus effusus</i> -Ausbildungen von <i>Agropyro-Rumicion</i> -Beständen; GANZERT 1990, 1991)  |
| <b>b Zweischürige Wiesen</b>           | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens plantaginetosum</i> ; GANZERT 1990 bzw. <i>Trisetum flavescens</i> -Egärten"; OPITZ von BOBERFELD 1987,<br><i>Poo-Trisetetum flavescens cirsietosum</i> ; GANZERT 1990, 1991 und<br><i>Agropyro-Rumicion-Ges.</i> , <i>Elymus repens</i> -Egärten"; OPITZ von BOBERFELD 1987) | Nutzung ist intensiviert worden zu vielschürigem Intensiv-Grünland, das z. T. auch beweidet wird. | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens stellarietosum</i> ,<br><i>Cirsietum oleracei</i><br>und<br><i>Juncus effusus</i> -Ausbildungen von <i>Agropyro-Rumicion</i> -Beständen; GANZERT 1990, 1991)  |
| <b>Einschürige Futterwiesen</b>        |  |   |  |
| <b>a Wiesmahdflächen, Buckelwiesen</b> | <i>Festuco-Brometea</i><br>( <i>Koelerio-Seslerietum</i> ; LUTZ & PAUL 1947, SIEDE 1960, OBERDORFER 1978).   | Aufgabe der Nutzung erheblich (Brache und/oder Aufforstung mit <i>Picea abies</i> ).              | Brachestadien des <i>Koelerio-Seslerietum</i> ;<br><i>Picea abies</i> -Forste (KRAUS, H. 1982, KRAUS, A. 1982)   |
| <b>b Moosheulflächen</b>               | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Molinietum caeruleae trifolietosum</i> ; GANZERT 1990, 1991).   | Aufgabe der Nutzung erheblich (Brache).   | <i>Filipendulion</i> -Bestände,<br><i>Phragmites australis</i> -Bestände   |
| <b>Die Streuwiesen</b>                 |  |   |  |
| <b>a Kalkoligotrophe Standorte:</b>    |  |   |  |
| naß                                    | ( <i>Primulo-Schoenetum ferruginei</i> )   | Aufgabe der Nutzung erheblich (Brache).   | Ausbreitung von (Groß-)Seggenrieden ( <i>Carex rostrata</i> -, <i>Carex acutiformis</i> -/ <i>Carex elata</i> -/ <i>Carex gracilis</i> -Bestände); Ausbreitung von Röhrichten ( <i>Phragmites australis</i> -Bestände); Ausbreitung von Hochstauden ( <i>Filipendulion</i> -Hochstaudensäume), Ausbreitung von Weidengebüschen.                      |
| naß-feucht                             | ( <i>Molinietum caeruleae</i> ,<br>Ausb. von <i>Carex davalliana</i> )   |   |  |
| feucht                                 | ( <i>Molinietum caeruleae typicum</i> )  |   |  |
| <b>b saueroligotrophe Standorte:</b>   |  |   |  |
| naß                                    | ( <i>Caricion fuscae</i> )   | Aufgabe der Nutzung erheblich (Brache).   | Ausbreitung von (Groß-)Seggenrieden ( <i>Carex rostrata</i> -, <i>Carex acutiformis</i> -/ <i>Carex elata</i> -/ <i>Carex gracilis</i> -Bestände); Ausbreitung von Röhrichten ( <i>Phragmites australis</i> -Bestände); Ausbreitung von Faulbaum- ( <i>Frangula alnus</i> )Gebüsch, Ausbreitung von Moorbirken- ( <i>Betula pubescens</i> )Wäldern.. |
| naß-feucht                             | ( <i>Molinietum caeruleae</i> ,<br>Ausb. von <i>Calluna vulgaris</i> )   |   |  |
| feucht                                 | ( <i>Molinietum caeruleae</i> ,<br>Ausb. von <i>Rumex acetosella</i> )   |   |  |

Fortsetzung: Tabelle 6

| Traditionelle Nutzung  | Charakteristische Pflanzengesellschaften   | Allgemeine Tendenz in der Nutzungsveränderung  | Aktuell geförderte Vegetation   |
|--|--|--|---|
| <b>Flächen für Tierhaltung</b>   |  |  |   |
| <b>Das extensive Weidenutzungssystem</b>   |  |  |   |
| <b>a Herbst-Nachweide in Dorfnähe (Almvieh, Heimvieh, Schafe)</b>  | <i>Stellarietea mediae</i><br>( <i>Papaveretalia rhoeadis</i> ,<br><i>Sperguletalia arvensis</i> )   | Nutzung gibt es nicht mehr.<br>Die aktuelle Nutzung ist Intensivgrünland.  | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens</i><br><i>stellarietosum</i><br>und <i>Juncus effusus</i> -Ausbildungen von <i>Agropyro-Rumicion</i> -Beständen; GANZERT 1990, 1991)   |
|  | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens</i><br><i>plantaginetosum</i> ; GANZERT 1990 bzw. " <i>Trisetum flavescens</i> -Egärten"; OPITZ von BOBERFELD 1987,<br><i>Poo-Trisetetum flavescens</i><br><i>cirsietosum</i> ; GANZERT 1990, 1991 und<br><i>Agropyro-Rumicion</i> -Ges., " <i>Elymus repens</i> -Egärten"; OPITZ von BOBERFELD 1987) | Nutzung ist intensiviert worden zu vielschürigem Intensiv-Grünland, das z. T. auch beweidet wird.                                | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i><br>( <i>Poo-Trisetetum flavescens</i><br><i>stellarietosum</i> ,<br><i>Cirsietum oleracei</i><br>und<br><i>Juncus effusus</i> -Ausbildungen von <i>Agropyro-Rumicion</i> -Beständen; GANZERT 1990, 1991)   |
| <b>b Waldweide (Heimweide) für Heimvieh (Kühe, Ochsen, Pferde)</b>   | <b>geneigte Waldflächen am Bergfuß (bis ca. 700 m ü. NN):</b><br>( <i>Erico-Pinetum sylvestris</i> )<br>( <i>Lonicero alpigenae-Fagetum</i> ,<br>Ausb. mit <i>Picea abies</i> )  | In Kochel ist diese Nutzung aufgegeben worden und die damit verbundenen Waldweiderechte verfallen.                               | Die Beweidungszeiger (u. a. <i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Ilex aquifolium</i> ) und licht- und wärmebedürftige Arten im krautigen Unterwuchs und in der Strauchschicht der Wälder ( <i>Lonicero alpigenae-Fagetum</i> ) gehen zurück. Der Wald wird wieder dichter, Strauch-, Kraut- und Grasärmer. Die sekundär ausgebreiteten Schneehaide-Kiefernwälder ( <i>Erico-Pinetum sylvestris</i> ) ziehen sich auf originäre Standorte zurück. |
| <b>c Zweistufiges Almweidesystem für das Jungvieh</b>  |  |  |   |
| <b>c 1 Hutung in der unteren montanen Höhenstufe (ca. 700 - 750 m ü. NN) auf der Kohlleite</b>                   | offene parkartige Weidelandschaft mit Kalkmagerrasen und einzelnen großen Eichen   | Die Weide-Nutzung ist intensiviert worden (längere Beweidungsdauer, schwereres Vieh mit höherem Anspruch an die Futterqualität). | <i>Poo-Trisetetum flavescens</i><br><i>plantaginetosum</i> ; GANZERT 1990, 1991   |
| <b>c 2 Hutung in der subalpinen Höhenstufe (ca. 1200 m ü. NN) der Kocheler Alm (Licht- und Waldweideflächen)</b> | ( <i>Alchemillo-Poetum supinae</i> )<br>( <i>Rumicion alpini</i> )<br>( <i>Festuco-Cynosuretum</i> )<br>( <i>Seslerieta: Caricetum ferruginei</i> , <i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i> )<br><br>( <i>Pyrolo-Abietetum</i> )  | Viele Lichtweiden von Almen fallen brach oder werden zu Standweiden für Jungvieh umgestaltet und vom Tal aus bewirtschaftet.     | Die Sukzession auf den Lichtweideflächen der Almen geht nur langsam voran, so daß die Ausbildung echter Brachestadien sehr lange dauern wird.   |

schließlich ein generalisierendes Modell abgeleitet, das die Verhältnisse vereinfachend abbildet (vgl. Abb. 8).

Dieses Modell kann als Grundlage für die Vermittlung komplexer Zusammenhänge benutzt werden (z.B. im Oberbayerischen Freilichtmuseum "An der Glentleiten" (Großweil) oder im Bildungszentrum "Umwelt und Kultur" (Kloster Benediktbeuern).

#### 4.1 Entstehungsfaktoren der Nutzungssysteme

Die bei HERINGER (1981) für die Berchtesgadener Landschaft beschriebenen funktionalen Beziehungen, die zu dem typischen Bild der traditionellen Kulturlandschaft geführt haben - nämlich landschaftliche und kulturelle Gegebenheiten sowie be-



grenzte Stoff- und Energieressourcen - treffen auch auf das Gebiet der Gemeinde Kochel zu.

#### 4.1.1 Landschaftliche Gegebenheiten

Die traditionelle bäuerliche Landwirtschaft war gekennzeichnet durch eine existentielle Abhängigkeit von den natürlichen klimatischen und bodenbedingten Standortvoraussetzungen. In der Gemeinde Kochel a. See herrschte vor allem Mangel an ackerfähigen Böden. Sie beschränkten sich auf den Schotterkegel zwischen Berg und Moor (Abb. 1 b). Weniger ertragreiche Böden, auf denen sich Mahd nicht lohnte, standen hingegen an den Berghängen im Überfluß zur Verfügung. So kam es zur weitgehenden räumlichen Trennung der beiden Nutzungssysteme Pflanzenproduktion (Gärten, Äcker und ertragreiche Wiesen im Tal, Steuwiesen im Moor) und Tierproduktion (extensive Viehweiden am Berg). Beide Nutzungssysteme waren über Stoffkreisläufe miteinander verbunden.

Die räumliche Trennung der Nutzungen wurde lediglich durch Kleinviehhaltung am Hof und die Herbstnachweide auf den Wiesen im Tal unterbrochen. Das Ring-Modell berücksichtigt beide Nutzungssysteme durch Aufteilung des Kreises in zwei Sektoren.

#### 4.1.2 Begrenzte Stoff- und Energiequellen

Die traditionelle, sich selbst versorgende Landwirtschaft war abhängig von regional bzw. lokal begrenzten Stoff-, insbesondere Nährstoffkreisläufen, die bis 1960 nur minimal durch Zukauf von Nahrungsmitteln, Mineraldünger oder Kraftfutter erweitert wurden.

Die Größe der - regelmäßig gedüngten - Egartflächen wurde daher bestimmt durch die zur Verfügung stehende Dungmenge. Das Düngerpotential wurde zwar durch "Zulieferflächen" wie einschürige, ungedüngte Wiesen, auf denen somit ein ständiger Nährstoffentzug erfolgte, erhöht, die Viehzahl stellte jedoch den limitierenden Faktor dar. Die Viehzahl eines Anwesens wurde von der Dorfgemeinschaft reglementiert; denn jeder Landwirt durfte nur so viele Tiere auf die gemeinsamen Sommerweideflächen treiben, wie er über den Winter hinweg füttern konnte. Die aus der Klosterherrschaftszeit stammenden Rechte sicherten somit ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Heuproduktion der Wiesen und dem sommerlichen Weideangebot (GANZERT 1994).

Fehlendes Düngerpotential, aber auch die mangelnde Reichweite der menschlichen und tierischen Arbeitskraft, verhinderten die Intensivierung entlegener und ertragsschwacher Flächen, wie der einschürigen Wiesen. Die einzige Energiequelle, bei HE-

RINGER (1981) bezeichnenderweise als "Veränderungspotential" definiert ist, war die in der Landschaft aufwachsende Pflanzenmasse (Nettoprimärproduktion, nutzbarer Zuwachs). Erst die Erschließung scheinbar unerschöpflicher Rohstoff- und Energiequellen, wie Kraftfutter und Mineralöl, machten die Landwirtschaft unabhängig vom begrenzten Düngerpotential sowie menschlicher und tierischer Arbeitskraft und ermöglichten damit eine Veränderung und Intensivierung der Flächennutzung (Steigerung der Primärproduktivität).

#### 4.2 Kriterien für die Abgrenzung der Nutzungsringe

Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen, allgemeinen Entstehungsfaktoren für die Landnutzung, wie wir sie in den 40er und 50er Jahren vor uns haben, lassen sich die pflanzlichen und tierischen Produktionsflächen nach bestimmten Kriterien jeweils in schematisch um den Hof angeordnete Nutzungsringe gliedern (THÜNEN'sche RINGE, von THÜNEN 1850). Es handelt sich dabei um ein Modell<sup>1)</sup>, das aus der tatsächlichen Anordnung der Flächennutzungen in der Landschaft um Kochel abgeleitet wurde (Abb. 8 a, b).

Die Abgrenzung der Nutzungsringe erfolgte innerhalb der beiden Nutzungssysteme nach folgenden Kriterien:

##### 4.2.1 Nutzungsschwerpunkt Pflanzenproduktion

Vom Hausgarten über Egartflächen bis hin zu einschürigen Wiesen nahm die Distanz vom Heimanwesen i. d. R. zu.

In dieselbe Richtung zog sich ein Gradient abnehmender Nutzungsintensität. Er war verbunden mit einem fallenden Nährstoffgradienten, da durch die Düngewirtschaft auf den Egartflächen eine ständige Nährstoffanreicherung, auf den einschürigen Wiesen hingegen fortlaufend Nährstoffentzug stattfand. Auch die Erträge von derartig genutzten Flächen, wie sie im Lehrbuch von SCHINDLER (1953) angegeben wurden, spiegeln diese Tendenz wider: Während sehr gute, reichlich gedüngte Fettwiesen, wie sie wohl in den Obstgärten vorkamen, 70 (bis 100) dt/ha TM liefern, beträgt der Ertrag auf einschürigen, ungedüngten Wiesen nur 15 bis 25 dt/ha TM.

Infolgedessen nahm auch die Häufigkeit der Bodenbearbeitung von den Gärten bis hin zu den Wiesmahdflächen, die ja nur einmal jährlich gemäht wurden, ab.

Es ergibt sich somit im Kreissektor "Pflanzenproduktion" folgende Staffelung nach abnehmender Produktivität in Nutzungsringen:

1) Erstellt in Anlehnung an das Aquarell von Julia Mesek (Essen), daß als Titelbild der Zeitschrift "Aus Liebe zur Natur" (3) verwendet worden ist.

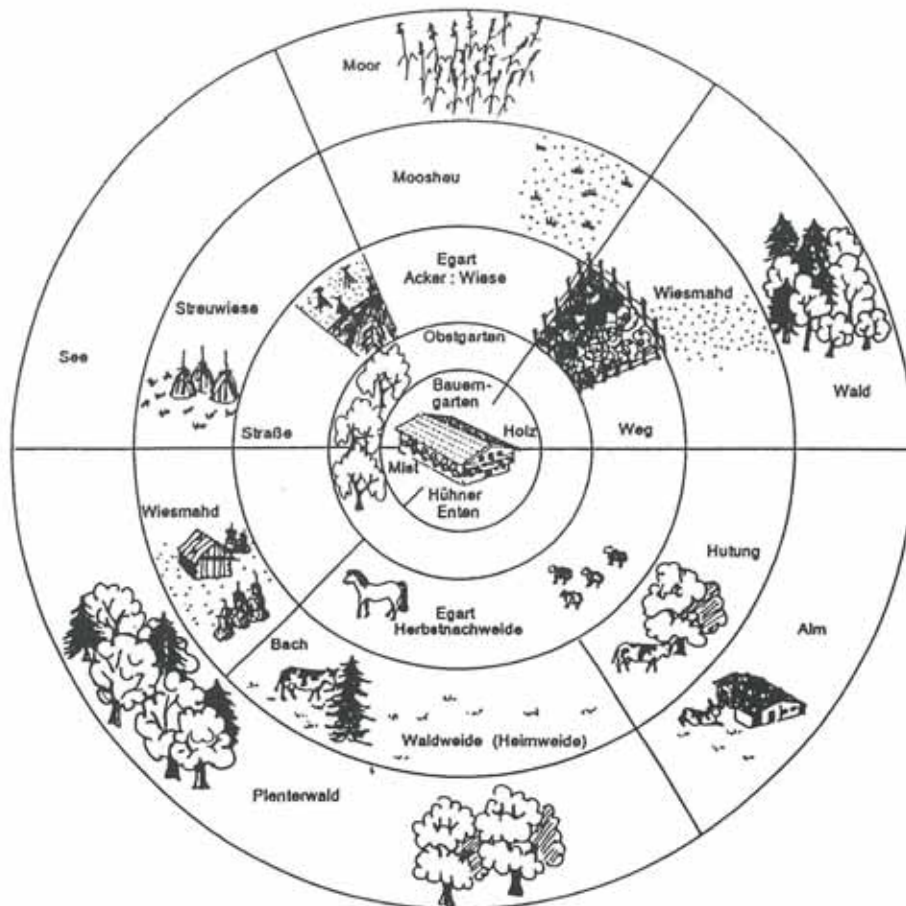
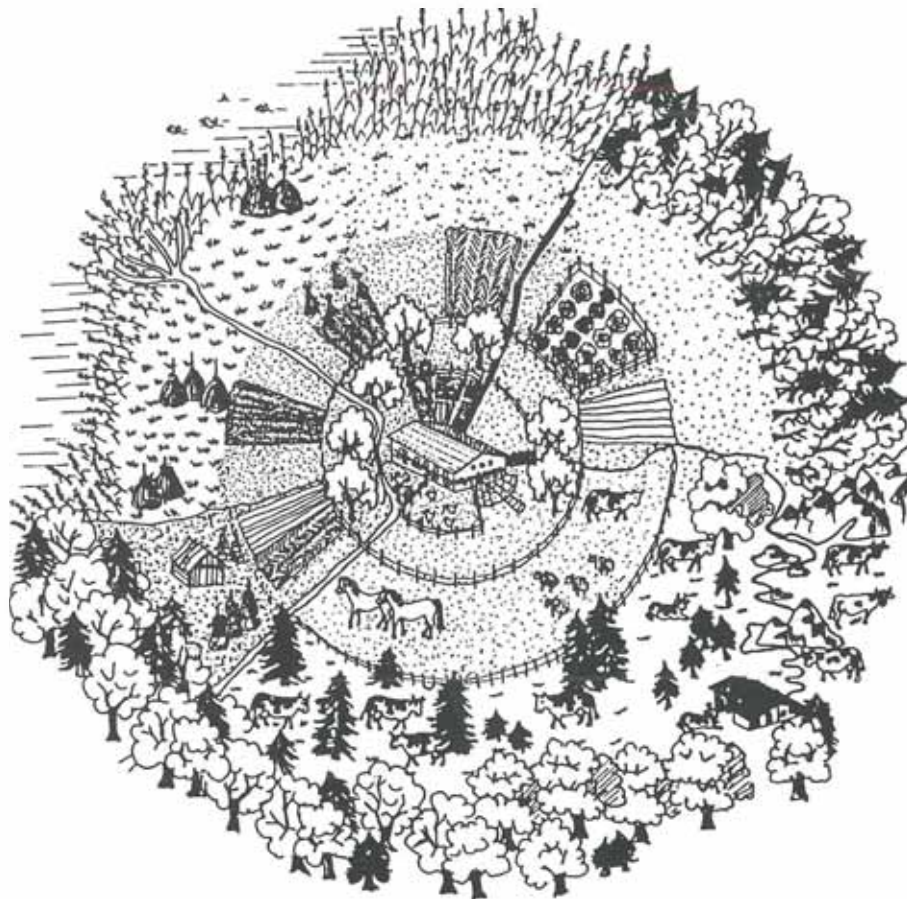


Abbildung 8

Modell des Nutzungsgefüges der traditionellen Kulturlandschaft am Alpenrand bei Kochel a. See

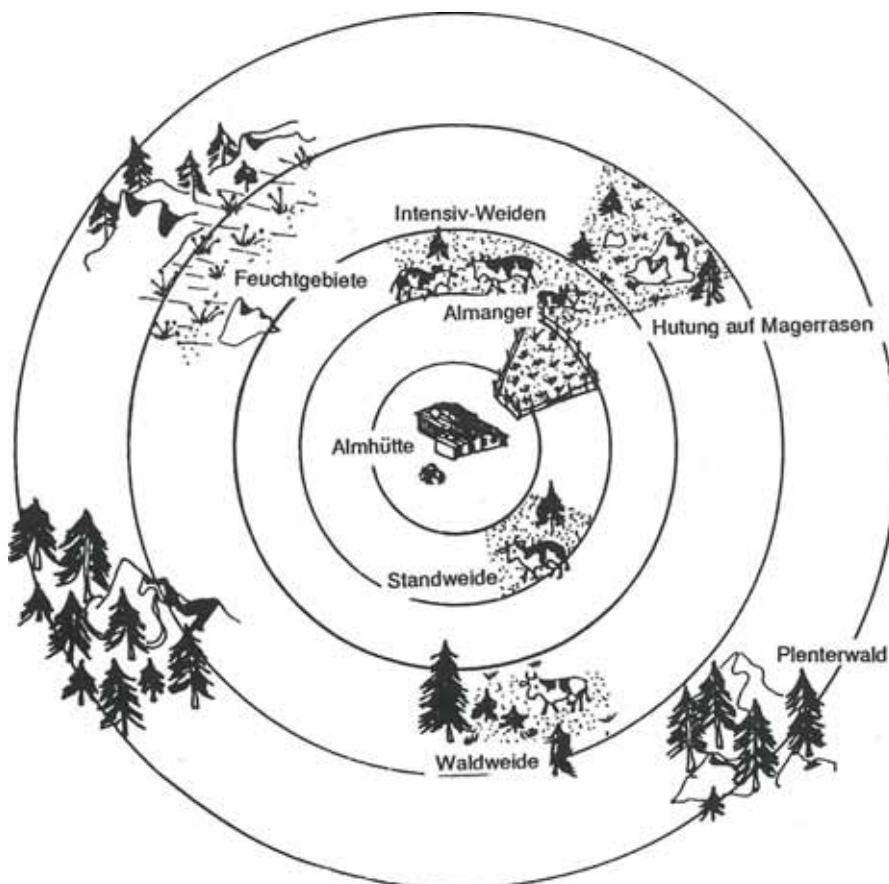


Abbildung 9

Ring-Modell des Nutzungsgefüges um eine traditionelle Alm am Alpenrand bei Kochel a. See

- 1.1 Hof: Hausgarten
- 1.2 Hofumfeld: Obstgarten
2. Egartflächen: Krautgarten, Acker, zweischürige Wiese
- 3.1 Bergfuß: Einschürige Futterwiesen
- 3.2 Moor: Streuwiesen, einschürige Futterwiesen
4. Berg: Wald

#### 4.2.2 Nutzungsschwerpunkt Tierproduktion

Hier erfolgte die Abgrenzung aufgrund der Kriterien "zunehmende Entfernung vom Hof" und nach "Höhenstufen". Der Ansatz der abnehmenden Nutzungshäufigkeit und des abnehmenden Nährstoffgradienten erschien hier nicht passend, da z. B. Almweiden länger beweidet werden als Herbstnachweiden. Außerdem weisen sie einen in sich geschlossenen Nährstoffkreislauf auf, so daß die Nährstoffbilanz hier ausgeglichen ist.

Es ergab sich folgende Einteilung:

- 1.1 Hof: Kleinviehhaltung
- 1.2 Hofumfeld: Kleinviehhaltung
2. Egartflächen: Herbstnachweide (600 m ü. NN)
- 3.1 Bergfuß: Waldweide (600 - 750 m ü. NN); Hutung (700 - 750 m ü. NN)
4. Berg: Almweide (1200 m ü. NN)

Dazu ist noch anzumerken, daß das Nutzungsgefüge der Almen aufgrund des geschlossenen Nährstoffkreislaufes auch als eigenständiger Wirtschaftsbereich aufgefaßt werden kann (als "Ableger vom Dorf"; vgl. dazu Kap. 3.2.2.2 und 3.2.2.3), so daß sich um die zentrale Almhütte im Laufe der Zeit ebenfalls Nutzungsringe herausgebildet haben, wie die Vegetationskarten von Abb. 7 belegen.

Für Almen gilt deshalb (vgl. dazu Abb. 9):

1. Almhütte: Almanger und Standweide mit Trittrasen und Lägerfluren
2. Lichtweide (Alm-nah): Intensiv-Weiden
3. Lichtweide (Alm-fern): Hutung auf Magerrasen
4. Wald mit Weiderecht: Waldweide
5. Wald ohne Beweidung (Steillagen, Felsen): Plenterwald
6. Sonderstandorte: Feuchtgebiete (Quellen, Bäche, Sümpfe, Moore)

#### 4.3 Weitere Kennzeichen der Nutzungsringe

Die neben den beiden Nutzungssystemen Tier- und Pflanzenproduktion existierenden Flächennutzungen Wirtschaften, Verkehr sowie Abstellen und Lagern waren mit gewissen Schwerpunkten in allen Ringen anzutreffen.

Verkehrsflächen zogen sich ausgehend von der Wirtschaftsfläche am Hof radial in die Landschaft, wobei die Beanspruchung durch Tritt und die Nährstoffanreicherung vom Dorf in die Landschaft abnahm.

Abstell- und Lagerflächen waren ebenfalls in allen Ringen und Sektoren zu finden, allerdings in unterschiedlicher Ausprägung: Misthaufen, Stapel von häufig benötigten und "veredelten" Materialien, wie Brennholz oder Dachplatten, gehörten v. a. in den inneren Ring, Stammholzlager, Streutrischen in den dritten und vierten Ring.

Aus landschaftsökologischer Sicht läßt sich in unserem Modell ein weiterer, sekundärer Gradient erkennen, der jedoch nicht zur Abgrenzung der Ringe diente, da es sich um eine andere Betrachtungsebene handelt:

Der Einfluß des Menschen nimmt vom Dorf zum Rand der Gemarkung hin ab (abnehmender Hemerobiegrad, SUKOPP 1969). Mit ihm sinkt auch der Anteil anthropogen beeinflusster Pflanzengemeinschaften.

#### 4.4 Bedeutung des Modells und seine begrenzte Gültigkeit

Die vereinfachende und schematische Darstellung der Gesamtheit der traditionellen Landnutzung in Form von Nutzungssystemen und -ringen vernachlässigt Ausnahmen, die sich aufgrund besonderer standörtlicher Verhältnisse ergeben. So existieren z.B. einschürige Wiesen an den Steilflächen der für Kochel a. See charakteristischen Hügel innerhalb des Dorfes. Diese Tatsache entspricht jedoch der Regel, die dem Landnutzungsmodell zugrunde liegt, nämlich daß traditionelle Landnutzungsformen in engem Zusammenhang mit den natürlichen Voraussetzungen stehen.

Ein derartiges Modell eignet sich aber aufgrund seiner Anschaulichkeit zur Vermittlung komplexer und komplizierter Zusammenhänge (z.B. für Unterrichtszwecke). Ist das Prinzip verstanden, sind auch Abweichungen davon einsichtig erklärbar.

#### 5 Zusammenfassung

Das Erscheinungsbild traditioneller Kulturlandschaften ist - im Gegensatz zu modernen Kulturlandschaften - charakterisiert durch Kleinräumigkeit und landschaftsökologische Vielfalt aufgrund nur geringfügig nivellierter ursprünglicher Standortunterschiede. Infolge dieser über Jahrhunderte andauernden Landbewirtschaftung haben Veränderungen in den ursprünglichen Nährstoffniveaus der Böden stattgefunden, die aus ökonomischen Gründen zu Nährstoffanreicherungen in unmittelbarer Nähe der Anwesen und zu Nährstoffverarmungen in den abseits gelegenen Gemarkungsteilen geführt haben (THÜNENSche Ringe, von THÜNEN 1850).

Inhalt der vorliegenden Arbeit ist die Rekonstruktion des landwirtschaftlichen Nutzungsgefüges mit der Vielfalt an Landnutzungsformen wie sie in der Gemeinde Kochel a. See in den 40er und 50er Jahren noch verbreitet waren. Die Arbeit belegt, wie spezifisch die traditionelle Landbewirtschaftung auf die natürlich vorhandenen Standortunterschiede zuge-

schnitten war, um die Nachhaltigkeit der Nutzung im Sinne einer Subsistenzwirtschaft über einen möglichst langen Zeitraum sicherzustellen. Diese "Endzeit" der traditionellen Landbewirtschaftung ist gekennzeichnet durch einen hohen Arbeitskräfteeinsatz, einen geringeren Kapitaleinsatz und geringe externe Stoffzufuhren.

Dieses differenzierte Landnutzungssystem bot aufgrund der großen Nutzungs- und Standortvielfalt Raum für eine gleichermaßen vielfältige und artenreiche Vegetation. Die Flächennutzungen der traditionellen Kulturlandschaft von Kochel a. See lassen sich gemäß ihrer vorrangigen Nutzung gliedern in:

- Flächen der Pflanzenproduktion (Gärten: Hausgärten, Obstgärten, Krautgärten; Egartflächen: Äcker, zweischürige Wiesen; einschürige Futterwiesen: Wiesmahdflächen, Moosheuwiesen; Streuwiesen und Wald),
- Flächen für Tierhaltung (Kleinviehhaltung; Großviehhaltung: Herbstnachweide in Dorfnähe, Waldweide für Heimvieh, zweistufiges Almweidesystem) und
- Flächen für Infrastruktur und innerbetriebliche Organisation (Verkehrs- und Wirtschaftsflächen, Abstell- und Lagerflächen: für Wirtschaftsdünger, Brennholz, Dachplatten- und Ziegelstapel, Stein- und Erdhaufen: landwirtschaftliche Gebäude).

Daran angepaßt sind jeweils spezielle Pflanzengemeinschaften, deren Existenz von der Beibehaltung dieser sie fördernden, traditionellen Nutzungen abhängig ist.

Zur Veranschaulichung sowohl der räumlichen wie standörtlichen Verbreitung der Landnutzungsformen, wie sie für das traditionelle Landnutzungsmosaik der Gemeinde Kochel a. See noch bis 1950 typisch waren, ist ein "Ring-Modell" abgeleitet worden. In dieses Ring-Modell sind die vorkommenden Flächennutzungen entlang eines radialen Gradienten von abnehmender Produktivität der Standorte vom Ortsinnern (1. Ring: Gehöft mit unmittelbarer Umgebung) bis zur Peripherie der Gemarkung (4. Ring: Moor, Almen) eingegliedert worden, wobei die Flächen, die vorrangig der Pflanzen- oder Tierproduktion dienen, in getrennten Kreisabschnitten abgebildet sind.

### Danksagung

Für mündliche Auskünfte, die für die Erstellung der Arbeit hilfreich und notwendig waren, danken wir Herrn Johann Demleitner (ehemaliger Landwirt in Kochel), Herrn Burghart (ehemaliger Landwirt in Großweil), Herrn Alois Hiltensperger (ehemaliger Landwirt in Brunnenbach bei Kochel), Herrn Michael Schäffmann (Naturschutzwacht in Kochel), Herrn Dr. Keim (Museumsleitung des Freilichtmuseums "An der Glentleiten") und Herrn Fischer (Angestellter im Freilichtmuseum "An der Glentleiten").

Den Kollegen Dipl.-Biol. Annette Burgi und Dipl.-Ing. Norbert Kühn danken wir für anregende Diskussionen und wertvolle Hinweise beim Zustandekommen der Arbeit.

Die überaus sorgfältigen Zeichenarbeiten (Abbildungen, Karten) hat Frau Heidemarie Pellmaier, technische Zeichnerin am Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München-Weihenstephan, angefertigt, die Ring-Modelle sind von Frau Ingrid Kapps, LTA am Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München-Weihenstephan, neu gezeichnet worden.

### Literatur

BADURA, P. (1989):

Kochel 739 - 1989. - Kochel a. See, (Selbstverlag der Gemeinde), hrsg. anlässlich der 1250 Jahr-Feier von Kochel a. See. 136 S.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1981):

Geologische Karte von Bayern 1 : 500 000. - 3. Aufl., München (Selbstverlag).

BAYERISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (1950/51):

Daten zur Bodennutzung. - München (Selbstverlag).

— (1952):

Bayerische Gemeinde- und Kreisstatistik 1949/1950, Heft 177 der Beiträge zur Statistik Bayerns. - München (Selbstverlag).

— (1992):

Gemeindedaten. - München (Selbstverlag).

BRANDES, D. (1987):

Die Mauervegetation im östlichen Niedersachsen. - Braunsch. Naturk. Schr. 2: 607-627.

BRAUN, W. (1992):

Künftige Nutzung der Hoch-, Mitterhütten- und Höhlealm in den Forstämtern Fall und Kreuth. - Unveröff. Gutachten der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. 15 S.

BRAUNHOFER, H. (1978):

Die Vegetation westlich des Staffelsees und ihre Standortbedingungen. - Dissertation TU München.

BROGGI, M. F. (1992):

Anforderungen des Natur- und Landschaftsschutzes an die Berglandbewirtschaftung zur Erhaltung der ökologisch vielfältigen bäuerlichen Kulturlandschaft. - CIPRA (Hrsg.), 1992: Erhaltung der bäuerlichen Kulturlandschaft in den Alpen: 93-106. Vaduz (CIPRA).

BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. & WOLF, R. (1991):

Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landschaftskultureller Sicht. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60. 160 S.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1993): Agrar- und ernährungspolitischer Bericht der Bundesregierung. - Bundestags-Drucksache 12/4257: 127-134.
- BURGARD, A., GUSTER, D. & ZIEGLER, A. (1993): Unveröff. Oberseminararbeit am Lehrstuhl für Landschaftsökologie II der TU München-Weihenstephan. 65 S. mit Anhang.
- DEIL, U. (1993): Geobotanische Beiträge zur Ethnogeographie und zur Kulturlandschaftsgeschichte. - *Die Erde* 124: 271-290.
- DEMLEITNER, J. (1983): Kochel am See. - Kochel a. See (Selbstverlag des Autors). 420 S.
- DORNER, U., SCHNIEPP, I. & SCHÖFMANN, S. (1993): Freilichtmuseum Glentleiten - Darstellung und Vermittlung der traditionellen Kulturlandschaft. - Unveröff. Oberseminararbeit am Lehrstuhl für Landschaftsökologie II der TU München-Weihenstephan. 65 S. mit Anhang.
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - 4. verb. Aufl. Stuttgart (Ulmer). 982 S.
- EWALD, K. (1978): Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. - Tätigkeitsber. d. Naturforsch. Ges. Baselland 30: 55-308.
- FRAAS, C. (1857): Die Schule des Landbaues. - München (Literarisch-artistische Anstalt). 407 S.
- GANZERT, C. (1990): Die Vegetation des Grünlandes in den Loisach-Kochelsee-Mooren. - *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 61: 283-302.
- (1992): Die Vegetation des Grünlandes in den Loisach-Kochelsee-Mooren (Teil 2). - *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 62: 127-144.
- (1993): Der Einfluß der Agrarstruktur auf die Umweltentwicklung in Feuchtgebieten. - *Urbs et regio* 59: 156 S.
- (1994): Die agrarstrukturellen Grundlagen der Kulturlandschaft und ihre Bedeutung für den Naturschutz. - *Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung* 7 (1): 90-104.
- HABER, W. (1994): Ist "Nachhaltigkeit" (sustainability) ein tragfähiges ökologisches Konzept? - *Verh. Ges. f. Ökologie* 23: 7-17.
- HENNING, F.-W. (1988): Landwirtschaft und ländliche Gesellschaft in Deutschland Bd. 2: 1750-1986. - 2. erg. Aufl., Paderborn (Schöningh). 315.
- HERINGER, J. K. (1981): Die Eigenart der Berchtesgadener Landschaft - ihre Sicherung und Pflege aus landschaftsökologischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Siedlungswesens und Fremdenverkehrs. - *Ber. ANL (Beiheft 1)*. 128 S.
- HÜGIN, G. (1991): Hausgärten zwischen Feldberg und Kaiserstuhl. Versuch einer Landschaftsgliederung mit Hilfe von Unkräutern, Zier- und Nutzpflanzen der Gärten in Schwarzwald, Vogesen, Baar und Oberrheintal. - *Beih. Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ.* 59: 176 S.
- HÜPPE, J. & HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. - In: POTT, R. (Hrsg.), *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (RTG)* 2: 61-81.
- HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. - *Pflanzensoziologie* 14: 1-284.
- KRAUS, A. (1982): Wandel der Mittenwalder Buckelwiesen - eine Bilanz. - *Laufener Seminarbeiträge* 1982 (6): 51.
- KRAUS, H. (1982): Traditionelle und aktuelle Bewirtschaftung von Buckelfluren in Bayern. - *Laufener Seminarbeiträge* 1982 (6): 52-56.
- LANGENSIEPEN, I. & OTTE, A. (1994): Hofnahe Obstbaum-bestandene Wiesen und Weiden im Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen - Die standortkundlichen und nutzungsbedingten Differenzierungen ihrer Vegetation. - *Tuexenia* 14: 168-169.
- LUTZ, J. L. (1950): Über den Gesellschaftsausschluß oberpfälzischer Kiefernstandorte. - *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 28: 64-124.
- (1951): Die Umgestaltung der Loisach-Kochelsee-Moore durch den Menschen, im Luftbild gesehen. - *Jb. z. Schutz der Alpenpflanzen und -tiere*, 16: 75-84.
- LUTZ, J. L. & PAUL, H. (1947): Die Buckelwiesen bei Mittenwald. - *Ber. Bay. Bot. Ges.* 27: 98-138.
- LUTZ, J. L. & DANCAU, B. (1953): Ergebnisse der Grünlandkartierung im Raum Rosenheim - Bad Aibling. - *Landw. Jahrb. f. Bayern* 30 (5/6): 247-266.
- MATTHEIS, A. & OTTE, A. (1992): Bericht zum Forschungsvorhaben "Artenhilfsprogramm für Ackerwildkräuter" im Regierungsbezirk Oberbayern. Zusammenfassung der Ergebnisse der Erfolgskontrollen 1985-1991. - Unveröff. Forschungsbericht am Lehrstuhl für Landschaftsökologie II der TU München-Weihenstephan. 118 S.
- (1994): Ergebnisse der Erfolgskontrollen zum "Ackerrandstreifenprogramm" im Regierungsbezirk Oberbayern 1985-1991. - *Aus Liebe zur Natur* 5: 56-71.
- OBERDORFER, E. (1957). Süddeutsche Pflanzengesellschaften. - 1. Aufl., Jena (Fischer). 564 S.

- (Hrsg.) (1978):  
Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II.- 2. Aufl., Stuttgart/New York (Fischer). 350 S.
- (Hrsg.) (1983).  
Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III. Bearb. v. MÜLLER, T. & OBERDORFER, E. - 2. stark bearb. Aufl., Stuttgart/New York (Fischer). 455 S.
- (1992):  
Süddeutsche Pflanzengesellschaften - Teil IV: Wälder und Gebüsche. - 1. Aufl., Jena/Stuttgart/New York (Fischer). Textband 282 S. Tabellenband. 580 S.
- OPITZ von BOBERFELD, W. (1987):  
3 Wechselgrünland. - In: VOIGTLÄNDER, G. & JACOB, H. (Hrsg.): Grünlandwirtschaft und Futterbau: 333-336. - Stuttgart (Ulmer).
- OTTE, A. (1995):  
Die Vegetation ländlicher Siedlungen in Bayern - ökologische Kennzeichnung, Grundzüge der Verbreitung und Beziehungen zum Nutzungsgefüge. - Habilitationsschrift TU München-Weihenstephan. 382 S.
- OTTE, A., ZWINGEL, W., NAAB, M. & PFADENHAUER, J. (1988):  
Ergebnisse der Erfolgskontrolle zum "Ackerrandstreifenprogramm" aus den Regierungsbezirken Oberbayern und Schwaben (Jahre 1986 und 1987). - Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 84: 161-205.
- PFADENHAUER, J. (1969):  
Beitrag zur floristischen Kartierung Bayerns. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 41: 45-47.
- (1969):  
Edellaubwälder des südlichen Alpenvorlandes. Vegetationsgliederung und Standort. - Vorträge der Tagung Arb.gem. forstl. Vegetationskunde 5: 12-18.
- POTT, R. (1992):  
Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. - Abh. Westfäl. Mus. Naturkunde 47. 75 S. und Anhang.
- REICH, M. (1988):  
Streuobstwiesen und ihre Bedeutung für den Artenschutz. - Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 84: 89-99.
- RINGLER, A. (1987):  
Gefährdete Landschaft. - München (BLV) 195 S.
- (1992):  
Aufbruch zur naturschutzintegrierten Landnutzung. - Naturschutzreport 4: 141-159.
- RUPPERT, K. (1976):  
Kulturlandschaft erhalten heißt Kulturlandschaft gestalten. - in: MAYER-TASCH, P. C. (Hrsg.): Kulturlandschaft in Gefahr. - Köln, Berlin, Bonn, München (Carl Heymann): 37-46.
- SAMBRAUS, H. H. (1989):  
Atlas der Nutzierrassen. - 3. verb. Aufl. Stuttgart (Ulmer). 272 S.
- SCHINDLER, L. (1953):  
Die Landwirtschaft - Lehrbuch für landwirtschaftliche Fachschulen, Handbuch für den praktischen Landwirt. - München.
- SCHNETZ, J. (1952):  
Flurnamenkunde. - Bayerische Heimatforschung 5.
- SEIBERT, P. (1968):  
Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1 : 500 000 mit Erläuterungen. - Schr. Reihe Vegetationskde. 3. 84 S.
- SEIBERT, P. & MENHOFER, X. (1991):  
Die Vegetation des Wohngebietes der Kallaway und des Hochlandes von Ulla-Ulla in den bolivianischen Anden. - Phytocoenologia 20 (2): 145-276.
- SIEDE, E. (1960):  
Untersuchungen über die Pflanzengesellschaften im Flyschgebiet Oberbayerns. - Landschaftspflege und Vegetationskunde 2. 59 S.
- SMOLINER, C., WRBKA, T., PIRKL, H., PRINZ, M. & BEGUSCH, K. (1994):  
Kulturlandschaftsforschung - Von der Idee zum Programm. - Mensch und Landschaft 2000: 5-7.
- SUKOPP, H. (1969):  
Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. - Vegetatio 17: 360-371.
- von THÜNEN, J. H. (1850):  
Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. - 2. Aufl., Neudruck Jena 1921.
- VERSCHÖNERUNGSVEREIN KOCHEL (Hrsg.) (ca. 1920):  
Kochelsee, Walchensee und Umgebung. - Kochel a. See. (M. Geister & Sohn). 130 S.
- WEISS, H. (1987):  
Die unteilbare Landschaft - für ein erweitertes Umweltverständnis. - Zürich. 231 S.
- WIESINGER, K. & OTTE, A. (1991):  
Extensiv genutzte Obstanlagen in der Gemeinde Neubauern/Inn - Baumbestand, Vegetation und Fauna einer traditionellen, bäuerlichen Nutzung. - Ber. ANL 15: 69-94.
- WITTIG, R. (1991):  
Ökologie der Großstadtflora: Flora und Vegetation der Städte des nordwestlichen Mitteleuropas. - 1. Aufl., Stuttgart (Fischer). 261 S.

#### Foto-Nachweise:

- (1) Familie Michael Gerg, Kochel a. See. Die Aufnahmen wurden in Kochel in den 40er Jahren gemacht.
- (2) Familie Maria Bartl, Benediktbeuern. Die Aufnahmen wurden in der Gegend um Benediktbeuern und in Arzbach im Isartal in den 40er Jahren gemacht.
- (3) Aus SCHINDLER's Lehrbuch 1953 (s.o.)
- (4) Eigene Aufnahmen der Autorinnen aus den Jahren 1985 bis 1992 in Kochel a. See und Umgebung.
- (5) Postkarten bzw. Luftbildaufnahmen aus den 40er Jahren.

**Anschriften der Verfasser/innen:**

Prof. Dr. Dr. Annette Otte  
Professur für Landschaftsökologie  
und Landschaftsplanung  
Justus-Liebig-Universität  
Schlossgasse 7  
D-35390 Gießen

Dipl.-Ing. Steffi Schöfmann  
Alleestr. 1 1/2  
D-83646 Bad Tölz

Dipl.-Ing. Inge Schniepp  
Brunnenstr. 12  
D-73547 Lorch/Waldhausen

Dipl.-Ing. Ursula Dörner  
Griesfeldstr. 5  
D-85354 Freising

Dr. Wolfgang Braun  
Bayerische Landesanstalt für  
Bodenkultur und Pflanzenbau  
Menzinger Str. 54  
D-80638 München





# Bodenordnung als Beitrag zur Landschaftsentwicklung

Richard HOISL

## 1 Bodennutzung als Umweltindikator für strukturelle Landschaftsveränderungen

Das Umwelt-Gutachten 1994 für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung (SRU 1994) stellt erneut die Bedeutung der Bodennutzung für die Landschaftsstruktur heraus. Da bisher kein befriedigendes Konzept zur Indikation von strukturellen Veränderungen der Landschaft vorliegt, wird ein Ansatz zu deren Bewertung in der Erfassung der Bodenbedeckung und -nutzung nach dem Grad des menschlichen Einflusses gesehen. Bei den Instrumenten zur Verwirklichung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung wird darauf hingewiesen, daß Entlastungspotentiale bei der Flächennutzung nicht nur bei der eigentlichen Fläche im Rahmen einer differenzierten Landnutzung ansetzen dürfen, sondern auch die Fläche im funktionellen Zusammenhang mit dem Landschaftshaushalt einzubeziehen sei.

Die Bodennutzung wird zum einen durch die natürlichen Standortfaktoren bestimmt, zum anderen durch ökonomische Überlegungen der Grundeigentümer sowie durch die gesamte Bodenverfassung, die wiederum auf der sozialen Entwicklung des Grundeigentums beruht. Somit wirken bei der Bodennutzung ökologische, ökonomische und soziale Komponenten zusammen, wie dies auch Wesensmerkmal beim Sustainability-Konzept ist.

Nachfolgend soll aufgezeigt werden, wie die Bodenordnung auf die Bodennutzung und damit auf die Landschaftsentwicklung einwirkt und welche Bodenordnungsinstrumente dafür zur Verfügung stehen.

## 2 Bodenordnung als Einflußfaktor der Bodennutzung

Die ökonomische und soziale Komponente der Bodennutzung wird in starkem Maße von der Bodenordnung beeinflusst. Grund und Boden bilden damit eine Schlüsselrolle im Konzept einer dauerhaft nachhaltigen Landnutzung.

Der Begriff Bodenordnung unterliegt, ähnlich wie die Raumordnung, einer Mehrfachbedeutung. Es sind drei Bedeutungsebenen zu unterscheiden:

1. Die **bestehende Ordnung** an Grund und Boden,

2. die **Ziele** (Leitbilder) für eine künftige Ordnung,  
3. die **Tätigkeit**, diese Ziele zu erreichen.

Häufig wird nur die dritte Bedeutungsebene als Bodenordnung gesehen. Diese verengte Sicht findet ihre Ursache wohl in der besonderen Herausforderung, die bei der Realisierung von bodenordnerischen Zielen zu lösen ist, z.B. enthält das Baugesetzbuch dafür einen eigenen vierten Teil mit der Überschrift "Bodenordnung".

Die Europäische Fakultät für Bodenordnung, ein in Frankreich registrierter Verein europäischer Wissenschaftler, bringt in ihrer französischen und englischen Bezeichnung die Mehrfachbedeutung der Bodenordnung deutlicher zum Ausdruck. Die französische Bezeichnung "Faculté Européenne des Sciences du Foncier" hebt ganz allgemein auf die Wissenschaften von Grund und Boden ab, während der englische Name "European Faculty of Land Use and Development" auf die Landnutzung und Entwicklung abstellt.

Verwendet man für die drei Bedeutungsebenen der Bodenordnung (BO) die Terminologie aus der Systemtheorie, so entspricht die bestehende Ordnung von Grund und Boden dem Sachsystem Bodenordnung, das Leitbild für die künftige Ordnung dem Zielsystem Bodenordnung und die Tätigkeit für die Herbeiführung einer neuen Ordnung dem Handlungssystem. Werden diese Systemelemente miteinander in Beziehung gesetzt, so entsteht ein Subsystem, das alle Merkmale eines Planungssystems aufweist (Abb. 1).

Dieses Subsystem gehört zu einem Gesamtsystem, das unsere Umwelt repräsentiert und in dessen Gefüge die Bodenordnung eingebunden ist. Insbesondere das BO-Zielsystem wird durch andere Subsysteme beeinflusst, z.B. durch das Siedlungswesen oder die Landespflege. Aber auch das Handlungssystem steht in Wechselbeziehung mit anderen Subsystemen, z.B. wenn bei der Bodenordnung Vorgaben der Wasserwirtschaft zu beachten sind oder sich die Gestaltungsmöglichkeiten im Bereich von Natur und Landschaft durch die Bodenordnung erweitern.

Auf die Bodennutzung wirken alle drei Bedeutungsebenen ein. Damit beeinflussen sie auch die

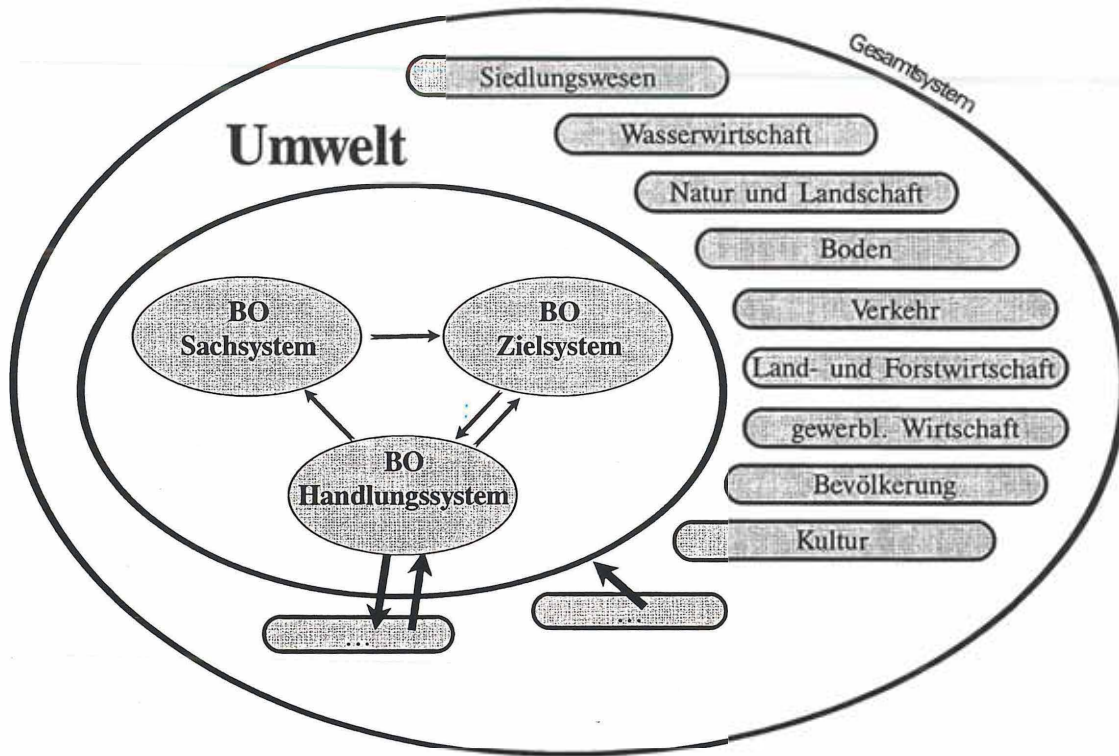


Abbildung 1

Einbettung des Planungssystems Bodenordnung in das Gesamtsystem Umwelt

Landschaftsentwicklung, doch das geschieht in jeder Ebene mit unterschiedlicher Intensität.

Die bestehende Ordnung an Grund und Boden hat sichtbare Gestalt angenommen im herrschenden Strukturgefüge der Landschaft. Schleichende Veränderungen in diesem Strukturgefüge verursacht der agrarstrukturelle Wandel. Dieser führt trotz unveränderter Ordnung an Grund und Boden zu anderen Nutzungsformen, z.B. zu einer verengten Fruchtfolge, zum Anbau rentablerer Pflanzen (Mais) oder zum "Verwildern" von Hochrainen. Stets sind damit Landschaftsveränderungen verbunden.

Aber auch einzelbetriebliche Bodenordnungstätigkeit, z.B. Schlagvergrößerung durch Tausch, Kauf und Pacht, schafft eine schleichende Veränderung. Wesentlich schneller treten jedoch Landschaftsveränderungen im Rahmen hoheitlicher Bodenordnungsverfahren zutage. Diese verlaufen aber nicht zufällig, sondern haben hoheitlichen Zielen der Bodenordnung zu folgen. Darin liegt auch die besondere Chance, Ziele von Natur und Landschaft zu integrieren und ihnen zum Durchbruch zu verhelfen.

Das Bodenordnungszielsystem wirkt auf das Sachsystem nicht direkt, sondern vielmehr über das Handlungssystem, wobei wegen der aus der Systemtheorie bekannt engen Ziel-Mittel-Verknüpfung auch enge gegenseitige Abhängigkeiten zwischen Zielsystem und Handlungssystem bestehen.

Handlungsziele müssen sich an den Durchführungsmöglichkeiten orientieren. Doch schon bei der Zielfindung für die Bodenordnung müssen die Belange von Natur und Landschaft einfließen. Nur dann können sie im Handlungssystem einer Bodenordnung umgesetzt werden.

### 3 Die bestehende Ordnung an Grund und Boden

Die überlieferten Flurformen werden hauptsächlich durch zwei Umstände geprägt (POLLER 1951):

- historisch bedingte Flur- und Siedlungsformen;
- bäuerliche Erbsitten.

Weitere Einflüsse entstammen Gemeinheitsteilungen, Güterzertrümmerungen, Bauvorhaben (Straßen, Eisenbahnen, Kanäle), Landessiedlung, Flurbereinigung, genossenschaftliche Bodennutzung (insbesondere in den neuen Bundesländern), Grundstücksveräußerungen, Pacht u.a.

Die bestehende Ordnung an Grund und Boden weist für eine ökologisch orientierte Landnutzung z.T. erhebliche Mängel auf, insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften mit übergroßen einheitlichen Wirtschaftsflächen; andererseits gilt vielerorts die bestehende Ordnung als Vorbild für eine kleinteilig differenzierte Nutzung der Kulturlandschaft. Für den Einsatz moderner Landmaschinen oder für die Aufnahme neuer (extensiver) Wirtschaftsformen erscheint die bestehende Ordnung an Grund und Boden jedoch mit agrarstrukturellen Mängeln be-



**Abbildung 2**  
**Ausgeräumte Gäulandschaft**

---



**Abbildung 3**  
**Strukturierte Agrarlandschaft**

---

schaften. Dieser Prozeß verläuft in der Regel unstrukturiert weitgehend nach ökonomischen Gesichtspunkten der landwirtschaftlichen Einzelbetriebe. Nicht eine angestrebte Landschaftsentwicklung bestimmt die Bodennutzung, sondern die wirtschaftlichen Bedürfnisse des jeweils pachtenden Betriebs.

Kernstück für den Nachweis der bestehenden Ordnung an Grund und Boden bildet in unserer durch den Eigentumsgedanken geprägten Gesellschaft ein hochentwickeltes System von Grundbuch und Liegenschaftskataster. Dagegen fehlen entsprechende Nachweise für Pachtflächen. Inhalt und Schranken des Eigentums werden insbesondere durch die kommunale Bauleitplanung - in vielen Bundesländern mit integriertem Landschaftsplan - und formalen Schutz-(gebiets-)ausweisungen verschiedener öffentlicher Planungsträger bestimmt. Schwieriger sind Nutzungsbeschränkungen zu handhaben, die nicht auf formalen Schutzausweisungen beruhen, sondern sich aus der Lage und dem Zustand des Grundstücks ergeben, z.B. Schutz bestimmter Biotope nach § 20 c BNatSchG.

#### 4 Die Ziele für eine künftige Ordnung

Um die Landschaftsentwicklung nicht dem Zufall der Nutzungsinteressenten und damit auch dem Kräftespiel von Angebot und Nachfrage auf dem Bodenmarkt (Kauf und Pacht) zu überlassen, ganz besonders aber im Zuge von Bodenordnungsverfahren zur Neugestaltung des Grundbesitzes ist es erforderlich, Leitbilder bzw. Ziele für eine künftige Bodenordnung aufzustellen. Sie bilden die Grundlage für bodenordnerisches Handeln.

Die anzustrebende künftige Ordnung an Grund und Boden ist abhängig von der beabsichtigten Flächennutzung und ihrem funktionellen Zusammenhang mit dem Landschaftshaushalt. Die künftige Ordnung an Grund und Boden ist somit nicht Selbstzweck, sondern ein Mittel, um eine angestrebte Flächennutzung zu ermöglichen. Damit liegt die Zielfindung für eine neue Bodenordnung nicht ausschließlich beim Fachgebiet Bodenordnung, sondern ist in engem Zusammenwirken der einschlägigen Fachgebiete herbeizuführen.

Folgende Beispiele mögen die unterschiedliche Handhabung bei den Leitbild- bzw. Zielfestlegungen in verschiedenen Handlungsfeldern aufzeigen:

- Soll die gewünschte Bodenordnung nach fallweisen Möglichkeiten über Nutzungsvereinbarungen, Pacht oder privatrechtlichen Kauf erreicht werden, eignen sich fachspezifische Programme, z.B. Kulturlandschaftsprogramme, Uferrandstreifenprogramme. Diese zeigen die angestrebten Ziele auf und halten die notwendigen Anreizsysteme für die Zielverwirklichung bereit. Die Programme werden von den einschlägigen Fachbehörden aufgestellt, finanziell ausgestattet und verwaltet.

- Soll in einem noch nicht geordneten Baugebiet die bauliche Nutzung ermöglicht werden, so legen Bebauungspläne die Ziele der Bodenordnung fest, die dann privatrechtlich durch Kauf und Tausch oder öffentlich-rechtlich durch Grenzregelung oder Umlegung herbeigeführt wird. Bebauungspläne ggf. mit integrierten Grünordnungsplänen beschließt die Gemeinde als Satzung.
- Soll eine Neuordnung im Zuge eines Verfahrens nach dem Flurbereinigungs-gesetz erfolgen, werden allgemeine Grundsätze für die zweckmäßige Neugestaltung des Flurbereinigungsgebietes aufgestellt. Diese Neugestaltungsgrundsätze enthalten die Ziele für ein breites Maßnahmenbündel, das neben der Bodenordnung auch Wege und Straßen, wasserwirtschaftliche, bodenschützende und bodenverbessernde sowie landschaftsgestaltende Maßnahmen umfaßt und selbst die Dorferneuerung mit einschließt. Durch die enge planerische Verknüpfung unterschiedlicher Maßnahmenbereiche ist eine optimale Ziel-Mittel-Kombination erreichbar und es wird möglich, daß für die einzelnen fachlichen Ziele auch die korrespondierenden bodenordnerischen Ziele dazugepackt werden. Die allgemeinen Grundsätze für die Neugestaltung des Flurbereinigungsgebietes werden von der Flurbereinigungsbehörde im Benehmen mit der landwirtschaftlichen Berufsvertretung und den beteiligten Behörden und Organisationen aufgestellt. Dabei sind die Ergebnisse von Vorplanungen, insbesondere auch des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu erörtern und in dem möglichen Umfange zu berücksichtigen.

**Exkurs:** Da Verfahren nach dem Flurbereinigungs-gesetz (FlurbG) die Landschaftsentwicklung nachhaltig beeinflussen können (EICHENAUER, JOERIS 1993) und diese Verfahren flächenmäßig einen großen Anteil haben, - so waren im Jahre 1994 in den alten Bundesländern auf 13 % der Fläche Verfahren nach dem FlurbG anhängig (BML 1995) - sollen einige Zielkonflikte zur Landespflege aufgezeigt werden:

##### 1. Grundstückszusammenlegung

Oberziele der Flurbereinigung sind die Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft sowie die Förderung der allgemeinen Landeskultur und der Landentwicklung (§ 1 FlurbG). Dazu ist das Flurbereinigungsgebiet unter Beachtung der jeweiligen Landschaftsstruktur neu zu gestalten, u.a. zersplitterter oder unwirtschaftlich geformter Grundbesitz nach neuzeitlichen betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zusammenzulegen und nach Lage, Form und Größe zweckmäßig zu gestalten (§ 37 FlurbG). Der größte ökonomische Gewinn ist dabei zu erzielen, wenn sehr kleine Flächen zu Wirtschaftsflächen von 2 bis 5 ha zusammengelegt werden; bei Flächen über 10 ha ist der ökonomische Zugewinn aus der Schlagvergrößerung nur mehr gering. Aus land-

schaftsplanerischer Sicht gehen aber mit der Zusammenlegung ökologische Verluste einher, die bis 5 ha gerade noch hingenommen werden und bei etwa 10 ha i.d.R. unvermeidbare Ausmaße annehmen. Nun ist bei einer herkömmlichen Betriebsgrößenstruktur, wie sie in den alten Bundesländern vor der Wiedervereinigung herrschte, als die betriebliche Wachstumsschwelle noch bei 30 ha lag, mit Schlaggrößen von 5 bis 10 ha ein Kompromiß erzielbar, der sowohl aus ökologischer wie aus ökonomischer Sicht schmerzt, aber bei einer ansonsten umweltgerechten Planung vertretbar erscheint. Aus Verständnisgründen soll darauf hingewiesen werden, daß Grundstücksgröße und Schlaggröße nicht identisch sein müssen, weil je nach betrieblichem Erfordernis ein großes Grundstück in mehrere Schläge aufgeteilt wird; große Grundstücke erweitern die Flexibilität eines Betriebes in der Schlag-einteilung!

Nun wurde die Bundesrepublik durch die Wiedervereinigung mit Schlaggrößen bis über 100 ha konfrontiert. In der ehemaligen DDR galten im Jahre 1968 Schlagmindestgrößen von 150 ha bei verhältnismäßig einheitlichen und 60 ha bei stark wechselnden Bodenverhältnissen als erstrebenswert. Bereits 1970 wurden die Vorstellungen über zukünftige Mindestschlaggrößen auf 50 bis 120 ha reduziert und schließlich 1988 eine Größenordnung von 40 bis 50 ha als Orientierung angesehen (HERRMANN & PAPESCH 1996). Doch auch in den alten Bundesländern werden nunmehr Schlaggrößen von 20-30 ha gefordert. Das hängt nicht nur mit der fortentwickelten Maschinenteknik zusammen, sondern vor allem mit der Betriebsgrößenprogression. Die Wachstumsschwelle der landwirtschaftlichen Betriebe in den Altbundesländern hat sehr rasch die 50 ha Betriebsgröße überschritten. Hier müssen Warnsignale aufleuchten! Trotz der kleinteiligen Eigentumsstruktur in den Altbundesländern werden sehr große Schläge vermehrt angestrebt. Doch sie werden i.d.R. nicht durch Eigentumszusammenlegung in hoheitlichen Bodenordnungsverfahren erreicht, sondern durch Pacht oder betriebliche Kooperation.

Damit entziehen sie sich aber hoheitlichen Einwirkungsmöglichkeiten, zumal bei diesen privaten betrieblichen Verbesserungen *gute fachliche Praxis* unterstellt werden muß. In Gebieten mit Trend zu großen Schlägen sollen deshalb in Verfahren nach dem FlurbG in vorausseilender Erkenntnis Landschaftsstrukturen geplant und geschaffen werden, welche die Nachteile der sehr großen Schläge zumindest mildern. Die theoretischen Grundlagen hierzu liegen seit 25 Jahren vor (HABER 1971, 1972).

## 2. Privatnützigkeit der Bodenordnungsverfahren

Die Verfahren nach dem FlurbG verfolgen mit Ausnahme der Unternehmensflurbereinigung das Prinzip der Privatnützigkeit, d.h. sie liegen im Interesse der Beteiligten und werden je nach Art des Verfahrens auf Antrag oder von Amts wegen angeordnet.

Die Ziele der Landespflege dienen jedoch überwiegend dem öffentlichen Interesse. Daher sind im Verfahren einerseits abzuwägen die Interessen der Beteiligten, andererseits die Interessen der allgemeinen Landeskultur und der Landentwicklung sowie das Wohl der Allgemeinheit. Die öffentlichen Interessen sind zu wahren, so insbesondere die Erfordernisse der Raumordnung, Landesplanung, des Umweltschutzes, des Naturschutzes und der Landschaftspflege, des Denkmalschutzes, der Erholung, der Wasserwirtschaft, des Kleingartenwesens, der Gestaltung des Orts- und Landschaftsbildes u.a. Das Prinzip der Privatnützigkeit verlangt nun, daß bei der Abwägung öffentliche Interessen nur so weit berücksichtigt werden, als dadurch die Interessen der Beteiligten und insbesondere ihr Anspruch auf eine wertgleiche Landabfindung nicht verletzt werden. Die im Verfahren zu schaffenden Anlagen werden deshalb auch unterschieden in gemeinschaftliche Anlagen, die zur gemeinschaftlichen Benutzung oder einem gemeinschaftlichen Interesse dienen, und öffentlichen Anlagen.

Als Orientierungshilfe, was unter öffentlichen Anlagen zu verstehen ist, nennt § 40 FlurbG u.a. Windschutz-, Klimaschutz- und Feuerschutzanlagen, Anlagen zum Schutze gegen Immissionen oder Emissionen, Spiel- und Sportstätten, Anlagen, die dem Naturschutz, der Landschaftspflege oder der Erholung dienen. Für öffentliche Anlagen kann Land im verhältnismäßig geringem Umfange im Verfahren bereitgestellt werden. Soweit eine Anlage nicht zugleich dem wirtschaftlichen Interesse der Teilnehmer dient, hat der neue Eigentümer einen angemessenen Kapitalbetrag zu leisten.

Bei landespflegerischen Anlagen im gemeinschaftlichen Interesse besteht Übereinstimmung mit dem Prinzip der Privatnützigkeit. Im gemeinschaftlichen Interesse liegen z.B. notwendige Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für gemeinschaftliche Anlagen der Flurbereinigung. Doch die Planungen und Maßnahmen zur Landschaftsgestaltung allein auf gemeinschaftliche Anlagen zu beschränken (HÖCHT 1990) hieße, daß dringende öffentliche Interessen in der Abwägung zu kurz kommen. An dieser Stelle braucht die Vereinheitlichung der Landschaft durch die Landwirtschaft nicht belegt zu werden und es genügt der Hinweis auf dringenden Handlungsbedarf für eine bessere Landschaftsstruktur (SRU 1985).

Die Finanzierungsrichtlinien der meisten Länder ermöglichen deshalb auch großzügig landschaftsgestaltende Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftsbildes und der Landschaftsstruktur, die den Rahmen gemeinschaftlicher Anlagen überschreiten. Doch dürfen damit nicht die Grundeigentümer finanziell belastet und ihr Anspruch auf wertgleiche Landabfindung geschmälert werden. Durch gegenseitigen Ausgleich der Teilnehmerinteressen, vor allem durch Landabfindungsverzicht gegen Geldausgleich, und einer entsprechenden öffentlichen Förderung kann der Zielkonflikt zwischen der

Privatnützigkeit des Verfahrens und den öffentlichen Belangen der Landespflege ausgeräumt werden.

### 3. Wiederherstellung und Neuordnung des Eigentums in den neuen Bundesländern

Bei der Kollektivierung der Landwirtschaft in der DDR sind durch die Großflächenbewirtschaftung die alten Grundstücksgrenzen verloren gegangen, ohne daß die Eigentümer ihre Eigentumsrechte einbüßten. Das Landwirtschaftsanpassungsgesetz (LwAnpG) regelt das Recht auf Wiedereinsetzung der Alteigentümer. Sinnvollerweise geschieht das nicht auf den alten Flächen, die an das inzwischen erstellte neue Wegenetz häufig nicht angeschlossen sind und oft quer zur neu geschaffenen Schlägeinteilung liegen, sondern durch eine Bodenneuordnung. Das LwAnpG stellt auf die rasche Durchfüh-

rung dieser Eigentumsfrage ab und klammert im Gegensatz zum FlurbG die Landschaftsgestaltung aus. Für eine solche engere Aufgabenstellung des LwAnpG gab es bei der Wiedervereinigung gute Gründe, insbesondere die rasche Neuordnung des Eigentums unter personellen und materiellen Engpässen. Doch die Beseitigung der durch die Kollektivierung eingetretenen Landschaftsschäden erfordert einen integralen Ansatz unter Anwendung des FlurbG (DLKG 1994).

Aus landeskultureller Sicht ist es jedoch für eine nachhaltige Landschaftsentwicklung zu kurz gegriffen, wenn die Bodenordnung lediglich die Eigentumsfrage lösen soll.

Das LwAnpG wurde in § 63 deshalb auch dahin ergänzt, daß ein Bodenordnungsverfahren als ein Verfahren nach dem FlurbG fortgeführt werden kann. Um in Bodenordnungsverfahren nach dem

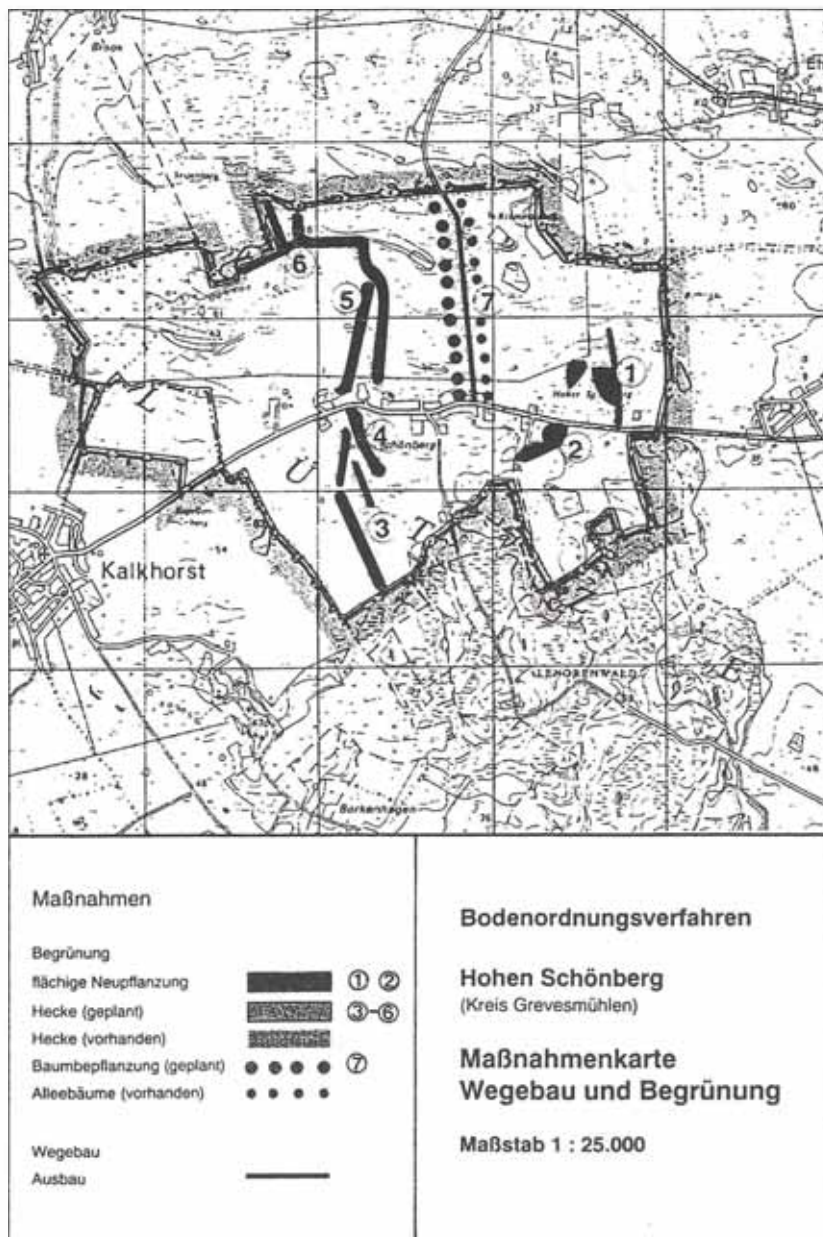


Abbildung 4

Grundausrüstung für Begrünung in einem Bodenordnungsverfahren nach LwAnpG (THÖNE 1993)

LwAnpG wenigstens eine Grundausstattung der Fluren mit landschaftsgestaltenden Anlagen zu ermöglichen (Abb. 4), gibt die Flurneuordnungsrichtlinie einen Handlungsrahmen vor (THÖNE 1993). Das dafür benötigte Land kann allerdings nicht über einen Abzug aufgebracht werden.

## 5 Die Tätigkeit, Bodenordnungsziele umzusetzen

### 5.1 Bodenordnungsinstrumente

Für die Tätigkeit, Bodenordnungsziele umzusetzen, stehen Bodenordnungsinstrumente unterschiedlicher Qualität zur Verfügung, wobei diese nicht nach Belieben, sondern nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit einzusetzen sind. Sie können freiwillig oder hoheitlich durchgeführt werden. Ihre rechtliche Ausgestaltung erlangen sie durch privatrechtlichen Vertrag oder öffentlich-rechtlichen Verwaltungsakt. Der Schwerpunkt nachstehender Ausführungen liegt bei den öffentlich-rechtlichen Verfahren. Eine Übersicht gibt Abb. 5.

### 5.2 Freiwillige Bodenordnung

In der freiwilligen Bodenordnung einigen sich Fachplanungsträger und Grundeigentümer oder die Grundeigentümer untereinander als gleichrangige Vertragspartner in freiwilliger Übereinkunft über das Eigentum und die Bodennutzung an den betroffenen Grundstücken sowie über zu zahlende Ausgleichs- oder Entgelte (THOMAS 1995). Dies kann

privatrechtlich durch Kauf, Tausch, Pacht, Nutzungsvereinbarung oder öffentlich-rechtlich durch freiwilligen Landtausch geschehen.

Freiwillige Bodenordnungsinstrumente eignen sich für Landschaftsentwicklungsprogramme, bei denen das Prinzip *freiwillig, aber nicht zufällig* konsequent verfolgt wird. Wegen ihrer einfachen Struktur sind sie auch leicht nachvollziehbar.

Ihre Anwendbarkeit scheitert jedoch, wenn das Bodenordnungsziel durch Freiwilligkeit nicht erreichbar ist. Hinderungsgründe können sein: komplexe Zielsysteme, Zielerreichung nur durch Mitmachen aller Grundeigentümer, unzureichender Nutzen für den Grundeigentümer.

Der Vorteil des öffentlich-rechtlichen freiwilligen Landtausches liegt gegenüber dem privatrechtlichen Tausch vor allem darin, daß der Grundstückstausch gesetzlich vorgegebenen Leitlinien unterliegt, der Eigentumsübergang sodann durch den Tauschplan erfolgt und damit keine Notar- und Grundbuchgebühren anfallen sowie für Tauschflächen die Grunderwerbssteuer entfällt. Der freiwillige Landtausch - ursprünglich zur Agrarstrukturverbesserung konzipiert - kann auch aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege durchgeführt werden (§ 103 a (2) FlurbG).

### 5.3 Hoheitliche Bodenordnung

Die hoheitliche Bodenordnung wird materiell und formell nach gesetzlich normierten Grundsätzen ausschließlich in einem öffentlich-rechtlichen Verfahren durchgeführt. Je nach Art des Verfahrens besteht eine unterschiedliche Intensität des Eingriffs in das Grundeigentum, die von Veränderungssperren bei der Flurbereinigung bis zu zusätzlichen Verfügungsverboten bei der Umlegung und vom Gebot der wertgleichen Landabfindung bis zur Enteignung reichen können. Die unterschiedliche Eingriffsintensität gebietet, bei der Anordnung eines Bodenordnungsverfahrens nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit vorzugehen und jeweils das Verfahren anzuwenden, das für die Zielerreichung das mildeste und einfachste Instrument darstellt.

Für die Landschaftsentwicklung sind die Verfahren nach dem FlurbG von besonderem Interesse, sowohl wegen ihrer Schlagkraft als auch wegen der Ambivalenz in den Ergebnissen, die in hohem Maße von der Qualität der Planung und einer fruchtbringenden Bürgerbeteiligung abhängen. Ausräumung und Vereinfachung der Landschaft einerseits stehen andererseits einer standortgerechten Landzuweisung und Landschaftsbereicherung gegenüber. Seit der Novelle des FlurbG im Jahre 1986 sind die Möglichkeiten zur Landschaftsverbesserung erheblich ausgeweitet. Weniger bedeutend für die Landschaftsentwicklung waren bisher die Bodenordnungsverfahren nach dem Bauplanungsrecht, das als Instrumente die Umlegung und Grenzregelung bereithält. Doch im Hinblick auf Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Zuge von Bebauungsplänen und auf die angestrebte Integration umweltre-

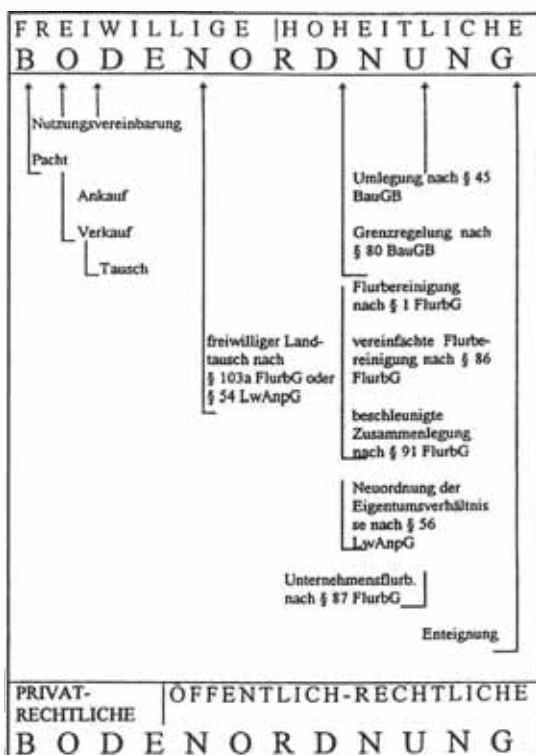


Abbildung 5

Übersicht zu den Bodenordnungsinstrumenten (THOMAS 1995)



levanter Regelungen in ein novelliertes Baugesetzbuch (BMBau 1996) erhält die Umlegung als städtebauliches Bodenordnungsinstrument auch für die Landespflege eine zusätzliche Bedeutung. Jedoch dürften gerade die Verfahren nach dem FlurbG gemäß Baugesetzbuch (BauGB) *Sechster Teil, Städtebauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur* eine neue Zugkraft erlangen im Zusammenhang mit Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, die wie vielfach gefordert auch außerhalb des Geltungsbereichs eines Bebauungsplanes im übrigen Gemeindegebiet möglich sein sollen, oder mit Landschaftsplänen, die in die Bauleitplanung integriert sind. Hinweisen wird beispielsweise auf die Schaffung eines Ökokontos in Rheinland/Pfalz, das im Zuge der Flurbereinigung aufgefüllt und durch städtebauliche Maßnahmen der Gemeinde wieder abgebaut wird.

Nachfolgend werden die Verfahren nach dem FlurbG als Mittel zur Landschaftsentwicklung kurz skizziert. Verfahrensprinzipien sind das Prinzip der Privatnützigkeit, das Beschleunigungsprinzip, das Subsidiaritätsprinzip, das Prinzip der zeitbegrenzten Dauer, das Prinzip der wertgleichen Landabfindung, das Surrogationsprinzip und das Prinzip der sozial- und umweltgerechten Neuordnung (HOISL 1994). Der Planungsablauf unterscheidet sich von anderen hoheitlichen Planungsverfahren dadurch, daß Zielplanung, Maßnahmenplanung und Plan-durchführung in einem Verfahren integriert sind. Dadurch lassen sich die nach der Systemtheorie notwendigen Rückkoppelungen leichter realisieren. Im Verfahren können neben der Bodenordnung auch andere Fachplanungen, z.B. Landschaftsgestaltung, fachübergreifend behandelt werden. Als Verfahrensarten kommen in Betracht:

Das (Regel-) *Flurbereinigungsverfahren* ermöglicht eine weitreichende Neuordnung von ländlichem Grundbesitz u.a. zur Förderung der allgemeinen Landeskultur. Dabei sind auch bodenschützende und landschaftsgestaltende Maßnahmen vorzunehmen. Wegen der Zielkonflikte mit anderen Fachbereichen sind aufwendige Koordinierungen in der Planungs- und Durchführungsphase erforderlich, so daß die Verfahren i.d.R. 7 bis 14 Jahre dauern. Die Vorzüge einer komplexen Neuordnung werden durch den notwendigerweise großen Planungsaufwand z.T. wieder aufgezehrt. Gerade in jüngerer Zeit setzt sich damit - wie allgemein im Planungs-wesen - auch bei der Flurbereinigung der Trend zur Anordnung von einfacheren Verfahren durch.

Das *vereinfachte Flurbereinigungsverfahren zur Landentwicklung* wurde im August 1994 durch eine Gesetzesänderung neu gefaßt mit dem Ziel u.a.

- Maßnahmen der Landentwicklung, insbesondere auch Maßnahmen des Umweltschutzes, der naturnahen Entwicklung von Gewässern, des Naturschutzes und der Landschaftspflege oder der Gestaltung des Orts- und Landschaftsbildes zu ermöglichen oder auszuführen.

- Landnutzungskonflikte aufzulösen.

Eine wesentliche Hilfe für die Landespflege liegt vor allem darin, daß die vorgesehenen Maßnahmen nicht nur bodenordnerisch ermöglicht, sondern auch ausgeführt werden können.

Das Verfahren kann auch eingeleitet werden, wenn ein Träger der genannten Maßnahmen es beantragt. Besonders rasch verläuft das Verfahren, wenn der Träger o.g. Maßnahmen bereits über eine bestandskräftige Planung verfügt, z.B. über einen kommunalen Landschaftsplan. Der Träger der Maßnahme hat allerdings die von ihm verursachten Ausführungskosten zu zahlen.

Das *beschleunigte Zusammenlegungsverfahren* hat u.a. den Zweck, notwendige Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu ermöglichen. Dazu wird ländlicher Grundbesitz zweckmäßig gestaltet oder neu geordnet. Antragsberechtigt ist u.a. die für Naturschutz und Landschaftspflege zuständige Behörde. Nach dem Privatnützigkeitsprinzip muß die Zusammenlegung zugleich dem Interesse der betroffenen Grundeigentümer dienen. Ein Maßnahmenplan (Wege- und Gewässerplan mit landschaftspflegerischem Begleitplan) wird nicht aufgestellt. Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege sind im Zusammenlegungsplan darzustellen.

Der *freiwillige Landtausch* kann auch aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege durchgeführt werden. Die Vorschriften des Flurbereinigungsverfahrens finden sinngemäß Anwendung, soweit sich nicht durch das Prinzip der Freiwilligkeit und die Konzentration der Maßnahmen auf die Bodenordnung Abweichungen ergeben. Den Antrag auf Durchführung des freiwilligen Landtausches stellen die Tauschpartner.

Das (Unternehmens-) *Flurbereinigungsverfahren aus Anlaß zulässiger Enteignung* nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als es das Prinzip der Privatnützigkeit verläßt und eine nach anderen Gesetzen zulässige Enteignung in großem Umfang sozialverträglich durchführt. Die Sozialverträglichkeit wird dadurch gewährleistet, daß der entstehende Landverlust auf einen größeren Kreis von Eigentümern verteilt und nicht allein von dem zufällig vom Unternehmen betroffenen Grundeigentümern getragen wird. Die Enteignungslast wird weiter dadurch gemildert, daß erworbene Flächen des Unternehmens oder der Teilnehmergeinschaft im Zuge der Bodenordnung in die verplanten Flächen verlegt werden können und sich dadurch die Landaufbringung verringert.

Für Zwecke der Landespflege ist die Enteignung durch eine Unternehmensflurbereinigung eher von sekundärem Interesse, so bei der standortgerechten Landbereitstellung für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen infolge von Eingriffen zur Infrastrukturverbesserung, künftig möglicherweise auch für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bei der Baulandausweisung.

Der im primären Interesse von Natur und Landschaft erforderliche Flächenerwerb läßt sich meist einfacher durch andere Verfahren nach FlurbG mit geringerer Eingriffsintensität bewältigen. Die Anwendung der Unternehmensflurbereinigung hängt davon ab, ob für Natur und Landschaft eine Enteignung zulässig ist und die Enteignungsbehörde dafür eine Unternehmensflurbereinigung beantragt.

Abschließend soll kurz auf die *Enteignung* eingegangen werden, die wegen der Intensität des Eingriffs im Baugesetzbuch einen eigenen fünften Teil füllt und in den Ländern zum Erlaß von Enteignungsgesetzen geführt hat. Im Recht der Landschaft (GASSNER 1995) besteht bei der Enteignung z.T. eine komplizierte Übergangszone, die sich sowohl aus der Inhalts- und Schrankenbestimmung als auch aus der Sozialpflichtigkeit des Eigentums ableitet. Die Grenze zwischen entschädigungslosen und entschädigungspflichtigen Eingriffen in das Eigentum ist nicht immer leicht zu markieren, wenn lediglich Nutzungsbeschränkungen das Grundstück belasten oder Nebenfolgen auftreten. Die klassische Enteignung mit Entzug des Grundstücks ist nur durch ein förmliches Enteignungsverfahren möglich. Das mildere Verfahren hierzu wäre die Unternehmensflurbereinigung. Rechtsgrundlage für die förmliche Enteignung aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege bilden die Landesnaturschutzgesetze. Beispielsweise kann danach in Bayern enteignet werden

1. zur Schaffung oder Änderung freier Zugänge zu Bergen, Gewässern und sonstigen landschaftlichen Schönheiten, von Wanderwegen, Erholungsparken, Ski- und Rodelabfahrten, Rad- und Reitwegen, Skiwanderwegen und Loipen, zur Bereitstellung von Gewässer- und Hinterliegergrundstücken für öffentliche Badeanlagen oder Uferwege, zur Anlage von Schutzhütten, Naturlehrpfaden, Spiel-, Park-, Rast- und Aussichtsplätzen, sanitären Einrichtungen oder
2. wenn Gründe des Naturschutzes und der Landschaftspflege es zwingend erfordern.

Da die Mehrzahl der Enteignungsgründe nur Land in geringem Umfang erfordern, kann der Landbedarf durch andere Verfahren nach dem FlurbG in einfacherer Weise gedeckt werden.

### Zusammenfassung

Grund und Boden bilden eine Schlüsselrolle im Konzept einer dauerhaft nachhaltigen Landnutzung und damit auch in der Landschaftsentwicklung. Ähnlich wie die Raumordnung unterliegt die Bodenordnung einer Mehrfachbedeutung. Unter Bodenordnung wird verstanden: die bestehende Ordnung, die Ziele für eine künftige Ordnung und die Tätigkeit, die künftige Ordnung herbeizuführen.

Die *bestehende Ordnung* an Grund und Boden gewährleistet keinesfalls einen statischen Zustand der Landschaft, sondern ist mit einer schleichenden,

unkontrollierten Landschaftsveränderung verbunden, die bei den bestehenden agrarstrukturellen Rahmenbedingungen überwiegend zu Landschaftsvereinfachungen geführt haben. Leitbilder bzw. *Ziele für eine künftige Ordnung* können jedoch vermeiden, daß die Landschaftsentwicklung nach dem Zufall der Nutzungsinteressenten verläuft, sofern Lenkungsinstrumente für eine zielgerichtete Bodenordnung bereitgehalten werden. Da die künftige Ordnung an Grund und Boden eine angestrebte Flächennutzung, d.h. Landschaftsentwicklung ermöglichen soll, ist die Zielfindung in engem Zusammenwirken der einschlägigen Fachgebiete herbeizuführen, insbesondere wenn die Ziele im Zuge schlagkräftiger hoheitlicher Bodenordnungsverfahren aufgestellt werden. Dabei auftretende Zielkonflikte sind nach dem Grundsatz der Nachhaltigkeit zu lösen. Die *Tätigkeit, Bodenordnungsziele umzusetzen*, wird im Sprachgebrauch häufig als die wichtigste Säule der Bodenordnung gesehen.

Die Instrumente der Bodenordnung zur Herbeiführung der Bodenordnungsziele werden unterschieden in freiwillige und hoheitliche Instrumente mit privatrechtlichem oder öffentlich-rechtlichem Vollzug. Für die Umsetzung der Ziele der Landespflege werden beide Typen erfolgreich eingesetzt. Grundsätzlich verdienen diejenigen Instrumente den Vorzug, bei denen die Neuordnungsziele mit den geringsten Eingriffen in das Eigentum auf einfachste Weise erreicht werden. Deshalb erscheinen bei einfacher Fallgestaltung die freiwilligen Verfahren besonders günstig; bei komplexen Lösungen sind hoheitliche Verfahren unverzichtbar. Bei ländlichem Grundbesitz, der mit Natur und Landschaft eng verbunden ist, bieten die Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz besonders große Chancen für die Landschaftsentwicklung. Die Neuordnung beschränkt sich nicht auf die Bodenordnung allein, sondern schließt die Durchführung von landschaftsgestaltenden Maßnahmen mit ein. Dennoch sind die Ergebnisse je nach Qualität der Planung und deren Akzeptanz durch die Grundeigentümer aus der Sicht von Natur und Landschaft ambivalent zu beurteilen. Die Gesetzesnovellen von 1986 und 1994 haben jedoch den Handlungsspielraum zugunsten von Natur und Landschaft wesentlich erweitert. Da auch planungsmethodisch, nicht zuletzt in bezug auf Bürgermitarbeit die Verfahren verbessert wurden, liegt es nahe, die Bodenordnung für eine zielgerichtete Landschaftsentwicklung zu nutzen; dies vor dem Hintergrund jüngster agrarstruktureller Prognosen, die großflächigen Landschaftsveränderungen mit noch stärkerer Segregation in der Landnutzung vorhersagen.

### Literatur

BMBau (1996):  
Novellierung des Baugesetzbuches - Bericht der Expertenkommission. - Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1/1996.

- BML (1995):  
Jahresbericht über Flurbereinigung und Agrarstrukturelle Vorplanung in Deutschland 1994. - Statistischer Monatsbericht 8/1995 des BML.
- DLKG (1994):  
Ökologische Erneuerung geschädigter Agrarlandschaften in den neuen Bundesländern. Resolution der Deutschen Landeskulturgesellschaft (DLKG). - Vermessung und Raumordnung S. 447-448.
- EICHENAUER, M. & JOERIS, D. (1993):  
Naturschutz und Landschaftspflege in der Flurbereinigung. - BML Reihe B; Flurbereinigung, H. 80.
- GASSNER, E. (1995):  
Das Recht der Landschaft. - Neumann Verlag, Radebeul.
- HABER, W. (1971):  
Landschaftspflege durch differenzierte Bodennutzung.- Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 41, Sonderheft 1, S. 19-35.
- (1972):  
Grundzüge einer ökologischen Theorie der Landnutzungsplanung. - Innere Kolonisation 21, S. 294-298.
- HERRMANN, A. & PAPESCH, J. (1996):  
Schlaggröße, Auswirkung auf die verfahrenstechnische Leistung und die Kosten der Arbeiterledigung. - Landtechnik 51, S. 50-51.
- HÖCHT, H. (1990):  
Zweck der Flurbereinigung. - Recht der Landwirtschaft 42, S. 253-255.
- HOISL, R. (1994):  
Ländliche Neuordnung. In: Handwörterbuch der Raumordnung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, S. 586-589.
- POLLER, H. (1951):  
Die Ursachen der Flurzersplitterung in Bayern und die Möglichkeiten zu deren Fortwirken nach der Flurbereinigung. - Dissertation TH München.
- SRU (1985):  
Umweltprobleme der Landwirtschaft - Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Verlag Kohlhammer Stuttgart und Mainz.
- (1994):  
Umweltgutachten 1994 für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung - Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Metzler-Poeschel, Stuttgart.
- THÖNE, K.-F. (1993):  
Die agrarstrukturelle Entwicklung in den neuen Bundesländern. - Verlag Kommunikationsforum Köln.
- THOMAS, J. (1995):  
Zur Sinnhaftigkeit von Bodenordnungsmaßnahmen in den ländlichen Bereichen - Versuch einer Systematisierung. - Zeitschrift f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36, S. 293-299.

**Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr.-Ing. Richard Hoisl  
Lehrstuhl für Bodenordnung  
und Landentwicklung,  
Technische Universität München  
Arcisstr. 21  
D-80333 München

# Biosphärenreservate als Instrument des Naturschutzes

Lutz SPANDAU & Bertram BORETZKI

## 1 Einführung

Im Jahre 1968 fand in Paris die "Zwischenstaatliche Expertenkonferenz über wissenschaftliche Grundlagen für eine rationale Nutzung und Erhaltung des Potentials der Biosphäre" statt. Die "Biosphärenkonferenz", als welche sie bekannt wurde, wurde von der UNESCO veranstaltet. Durch eine der verabschiedeten Resolutionen wurde die UNESCO aufgefordert, ein zwischenstaatliches und interdisziplinäres Umweltprogramm einzurichten. Dieses Programm sollte soziale, wirtschaftliche und kulturelle Aspekte genauso beinhalten wie umweltpolitische. Als Ergebnis wurde das Programm "Der Mensch und die Biosphäre (MAB)" von der 16. Generalkonferenz der UNESCO 1970 ins Leben gerufen.

Eine der wichtigsten Aufgaben des MAB-Programms war die Entwicklung des Biosphärenreservatkonzeptes und seine Anwendung über viele Jahre in den verschiedenen Ländern. Biosphärenreservate sind Kulturlandschaften mit eingelagerten Naturlandschaften. Biosphärenreservate sehen ausdrücklich die Einbeziehung der in diesem Gebiet lebenden und wirtschaftenden Menschen in einem umfassenden Ansatz von Schutz der Umwelt, Bewirtschaftung und Entwicklung vor. Sie repräsentieren demnach nicht nur unterschiedliche Naturräume, sondern gleichfalls auch verschiedene Kulturen dieser Welt. Weltweit hat die UNESCO bereits über 320 Biosphärenreservate anerkannt.

In den 70er Jahren lag der Schwerpunkt innerhalb der Biosphärenreservate im Schutz der natürlichen Ressourcen. In den letzten Jahren wurde das Konzept weiterentwickelt. Heute steht nicht mehr der konservierende Naturschutz im Vordergrund des Programms, sondern viel mehr das Bemühen, auf die Empfindlichkeiten der Natur Rücksicht zu nehmen, um so zu einem harmonischen Miteinander von Mensch und Natur zu gelangen. Dies bedeutet, daß das eigentliche Ziel der Biosphärenreservate, neben den Aspekten des Naturschutzes auch gerade den ökonomischen, sozialen, kulturellen und ethischen Aspekten in der historischen Landschaft Geltung zu verschaffen, wieder mehr in den Mittelpunkt der Betrachtungen gerückt ist.

Deshalb sind besiedelte, von Menschen genutzte Gebiete unverzichtbare Bestandteile der Biosphärenreservate.

Für Schutz, Pflege und Entwicklung der Kulturlandschaft werden auch in Deutschland zukünftig weitere Landschaften als Biosphärenreservate ausgewiesen werden. Mit dem vorliegenden Beitrag soll ein Ansatz zur Diskussion gestellt werden, mit dem sich diese Aufgabe möglichst systematisch und doch praktikabel umsetzen läßt.

Dazu wird eine Liste von möglichst operablen Eignungskriterien bzw. -indikatoren entwickelt. Diese Kriterien und Indikatoren werden in einen Anforderungskatalog integriert, mit dessen Hilfe sich die tatsächliche Eignung einer Landschaft als ein potentielles Biosphärenreservat pragmatisch bestimmen läßt.

## 2 Kriterien und Richtlinien der UNESCO

Ergebnisse einer Expertentagung, die im Jahre 1974 von der UNESCO unter dem Titel *Kriterien und Richtlinien für die Auswahl und Begründung von Biosphärenreservaten* veröffentlicht wurden und auf welche nachfolgend mit der Bezeichnung TASK FORCE (1974) verwiesen wird, trugen wesentlich zur Klärung dessen bei, was unter einem Biosphärenreservat zu verstehen ist und welche grundsätzlichen Kriterien bei der Ausweisung eines Gebietes als Biosphärenreservat zu berücksichtigen sind.

Es wurden nicht nur Ziele (Erhaltung, Forschung, Umwelterziehung und -bildung) proklamiert, sondern auch die Hauptwesensmerkmale eines Biosphärenreservats beschrieben (vgl. Übersicht 1). Dieser Katalog, der die Hauptanforderungen an ein Biosphärenreservat formuliert, wurde unter dem Titel *main characteristics* (Hauptwesensmerkmale) vorgestellt.

Als allgemeine Umschreibung dessen, was ein Biosphärenreservat hinsichtlich Wesensmerkmalen, Funktionen und dort stattfindenden Aktivitäten ausmacht, kann dieser Katalog dienen, nicht aber als "Allgemeine Kriterien zur Ausweisung von Biosphärenreservaten". Derlei weitergehende Erwartungen, die durch eine entsprechende Titulierung in deutscher Übersetzung (BICK et al. 1984, S. 14) geweckt werden, kann die relativ unsystematische Ansammlung von Merkmalen, Funktionen und Aktivitäten kaum erfüllen.

Auffallend in Übersicht 1 ist die Aufspaltung der Hauptwesensmerkmale auf vier unterschiedliche "Schutzgegenstände" (s. Punkt 3 in Übersicht 1):

- natürliche Ökosysteme:
  - repräsentative Ausprägungen
  - degradierte Ausprägungen
  - einzigartige Ausprägungen
- anthropogene Ökosysteme:
  - "harmonische" Ausprägungen.

Festzuhalten ist, daß unter dem Begriff der natürlichen Ökosysteme in einem pragmatischen Ansatz durchaus auch halbnatürliche Ökosysteme verstanden werden; darin sind solche begriffen, die infolge althergebrachter Landnutzung entstanden sind (TASK FORCE 1974, S. 12).

Für die Ausweisungspraxis von entscheidender Bedeutung war nicht zuletzt der Umstand, daß repräsentativen Ausprägungen prinzipiell Vorzug gegeben wurde, einzigartige Ökosystemausprägungen, die besondere Bedeutung für die Erhaltungsanliegen besitzen, jedoch nicht ausgeschlossen wurden (ebd., S. 13).

Bei genauerem Betrachten der von der TASK FORCE aufgeführten Kriterien (s. Übersicht 1) wird deutlich, daß diese lediglich für den engeren Naturschutzbereich (Erhaltung natürlicher Ökosysteme) eine hohe Aussagedichte aufweisen.

Als Ergebnis eines *workshops* - des sog. Biosphärenreservat-Kongresses von Minsk - wurde bereits 1983 eine grundsätzliche Aktualisierung der TASK FORCE-Kriterien gefordert. Dabei wurde eine ver-

stärkte Berücksichtigung der Faktoren *Repräsentativität* der "Schutzgegenstände" und *Flexibilität* der Auswahl (Anpassung an regionalen - lokalen Kontext) sowie Hinzunahme von sozialen, wirtschaftlichen, administrativen und v.a. praktikablen Kriterien verlangt (DTSCH. MAB-NATIONALKOMITEE 1984, S. 56 ff.).

## 2.1 Weiterentwicklung der Vorschläge der "TASK FORCE"

Eine Aktualisierung des Kriterienkataloges, wie sie bereits 1983 angemahnt wurde, ist nicht ausgeblieben. Als zumindest in Teilaspekten vorbildlich können hierbei die in der Broschüre "MAB stellt sich vor" (DTSCH. MAB-NATIONALKOMITEE 1990) formulierten methodischen Ansätze gesehen werden. So werden nicht nur die Hauptanliegen gleichermaßen berücksichtigt, sondern es wird auch versucht, in einem "funktionalen" Ansatz die Kriterien direkt aus diesen Hauptanliegen abzuleiten. Bedauerlicherweise läßt dabei die Umsetzung die nötige Konsequenz missen. So werden z.B. zuweilen Ziele mit Kriterien - und umgekehrt - vertauscht.

Sieht man jedoch von diesen Schwächen ab, die im Grunde relativ leicht zu beheben wären, stellt sich dieser Ansatz als gangbarer Weg dar, um zu brauch-

### Übersicht 1

#### Hauptwesensmerkmale von Biosphärenreservaten nach der TASK FORCE (1974)

|    |  |
|----|--|
| 1. | Biosphärenreservate sind geschützte Flächen auf dem Lande oder an der Küste unter Einschluß limnischer bzw. mariner Ökosysteme. Sie sollen in ein internationales Netz gleicher Zweckbestimmung und gleicher Standards eingebunden sein und einem stetigen Austausch neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse dienen.   |
| 2. | In diesem weltweiten Netz von Biosphärenreservaten sollen alle wesentlichen Biomtypen (vgl. Klassifikationen von UDVARDY 1975) enthalten sein.   |
| 3. | Auf jedes Biosphärenreservat sollten nach Möglichkeit folgende Merkmale zutreffen (...):<br>a) Repräsentatives Beispiel natürlicher Biome<br>b) Einzigartige Gemeinschaften oder Flächen mit ungewöhnlichen natürlichen Merkmalen von hohem Rang. Hierunter fallen auch einzigartige Merkmale, z.B. die Population einer weltweit seltenen Art; deshalb können sowohl Einzigartigkeit als auch Repräsentativität Merkmale dieser Areale sein.<br>c) Beispiele einer harmonischen Landschaft, die durch traditionelle Landnutzung geschaffen wurde<br>d) Beispiele von veränderten Ökosystemen, die möglicherweise wieder zu natürlichen Ökosystemen entwickelt werden können.  |
| 4. | Jedes Biosphärenreservat soll groß genug sein, um hinreichend Schutz zu gewähren und um verschiedene Nutzungen ohne Konflikt miteinander zu verbinden.   |
| 5. | Innerhalb von Biosphärenreservaten sollte Gelegenheit zur Forschung, Erziehung und Ausbildung gegeben werden. Sie haben besonderen Wert zur Messung von Langzeitwerten und zur Schaffung von Umweltstandards. Im einzelnen sollte die Forschung folgende Ziele verfolgen:<br>a) Ermittlung der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Biosphäre mit dem Ziel der Erarbeitung von Möglichkeiten einer rationellen Nutzung der Biosphäre.<br>b) Erforschung der Struktur, Funktion und Dynamik der verschiedenen Ökosysteme, einmal solcher, die vom Menschen geprägt sind, und zum anderen solcher, die natürlichen Ursprungs sind. Insoweit dienen die Biosphärenreservate auch den anderen MAB-Projekten als Nullflächen. |
| 6. | Ein Biosphärenreservat muß einen gesetzlich gewährleisteten und zeitlich unbegrenzten Schutz besitzen.   |
| 7. | In einigen Fällen werden Biosphärenreservate mit bestehenden oder vorgeschlagenen nationalen Schutzzonen zusammenfallen oder sie beinhalten, z.B. mit Nationalparks oder Naturschutzgebieten.  |

BIOSPHERE RESERVES IN GERMANY

# FROM THE COAST TO HIGH MOUNTAINS

- 1 Wadden Sea of Lower Saxony\*
- 2 Wadden Sea of Hamburg\*
- 3 Wadden Sea of Schleswig-Holstein
- 4 South-East Rügen
- 5 Schorfelde-Chorin
- 6 Middle Elbe
- 7 Spree-Forest
- 8 Rhön
- 9 Vesser-Valley - Thuringian Forest
- 10 Palatinate Forest\*
- 11 Bavarian Forest
- 12 Berchtesgaden

\* in preparation



German MAB National Committee



Federal Research Center for Nature Protection and Landscape Ecology



baren Eignungskriterien für Biosphärenreservate zu gelangen.

Die so abgeleiteten Kriterien würden dem Biosphärenreservat nicht nur als Schutzgebietskategorie, sondern in dessen voller Bedeutung gerecht.

### 3 Biosphärenreservat als Element einer nationalen Naturschutzstrategie

Die Erhaltung bzw. Entwicklung einer funktionsfähigen Kulturlandschaft in Deutschland ist als die vordringliche Aufgabe von Naturschutz und Landschaftspflege anzusehen. Vor einem derartigen Hintergrund kann es kaum darum gehen, eine Zahl von Biosphärenreservaten nach bestimmten Auswahlkriterien auszugrenzen; statt dessen geht es darum zu überprüfen, ob bzw. in welchem Umfang eine Landschaft im Falle einer Ausweisung als Biosphärenreservat zur Verwirklichung der eingangs formulierten Ziele beitragen kann. Hierzu sind demnach weniger Auswahl- denn Eignungskriterien notwendig. Von UNESCO- bzw. MAB-Seite liegen bislang keine Vorschläge vor, mit welchen methodischen Mitteln sich die Eignung von Gebieten für die genannten Aufgaben überprüfen ließe.

Dies mag daran liegen, daß der UNESCO wohl mehr daran gelegen ist, das globale Netz von Biosphärenreservaten zu etablieren, bevor die einzelnen Teilnehmerstaaten daran gehen, Biosphärenreservate im Rahmen nationaler Naturschutzstrategien auszuweisen. Bei aus derartigen Beweggründen ausgewiesenen Biosphärenreservaten könnte der Beitrag zum globalen Netz u. U. vergleichsweise wenig signifikant sein.

Im sog. *Nationalparkprogramm* der ehemaligen DDR wurden zwar die Biosphärenreservate als probate Instrumente begriffen, die es für die nationalen Naturschutzziele einzusetzen galt. Doch ist es aus der Entstehungsgeschichte heraus nur zu verständlich, daß man sich zum damaligen Zeitpunkt nicht ausführlicher mit zeitraubenden methodischen Fragen auseinandersetzen konnte (vgl. SUCCOW 1991).

Rein theoretisch könnte es ausreichend sein, sich bei der Ausweisung von Biosphärenreservaten ausschließlich an den bereits erläuterten *main characteristics* als "Rahmenrichtlinien" zu orientieren. Ohne weitergehenden systematischen Ansatz bliebe so die Handlungsfreiheit bei der Ausweisung von Biosphärenreservaten weiterhin uneingeschränkt. Ein solch pragmatischer Ansatz könnte sicherlich recht schnell zu zumindest flächenstatistisch ansehnlichen Ergebnissen führen. Doch birgt eine derartige Vorgehensweise die Gefahr, daß "die falschen Gebiete zur falschen Zeit" ausgewiesen werden, während Gebiete, deren Ausweisung nicht nur angebracht, sondern dringend notwendig wäre, u. U. anderen raumbedeutsamen Entwicklungen unweigerlich zum Opfer fallen. Zudem bestände das Risiko eines inflationären Gebrauchs der Kategorie

Biosphärenreservat, was unweigerlich deren Bedeutungsverlust einleiten würde. Diesbezügliche Erfahrungen bei der Verwirklichung des *Naturpark-Programms* sollten beherzigt werden.

### 4 "Integrierende" und "funktionale" Methodik

Grundsätzlich wäre es möglich, eine Segregation nach den unterschiedlichen Aspekten bzw. "Bedeutungen" auch der Methodik zur Ausweisung von Landschaften als Biosphärenreservate zugrunde zu legen. Hierzu wäre lediglich die Verbesserung der vorgestellten Vorschläge hinsichtlich der aufgezeigten Mängel erforderlich, bei der jedoch globale und internationale Belange weitestgehend außer acht gelassen werden könnten.

Dies würde in der Praxis wohl automatisch zu einer faktischen Differenzierung der einzelnen Biosphärenreservate in Klassen unterschiedlicher Bedeutsamkeit (Biosphärenreservat von globaler Bedeutung; Biosphärenreservat von regionaler Bedeutung) führen.

Dies allein wäre weniger problematisch; wird aber gleichzeitig davon ausgegangen, daß nur "ausgewählte Biosphärenreservate" das UNESCO-Zertifikat *Biosphere Reserve* erhalten (vgl. NABU 1993, S. 4 oder SUCCOW 1993, S. 34), wäre die Gefahr virulent, daß sich damit auch Biosphärenreservate unterschiedlicher Qualität herauskristallisieren. Sobald der Anspruch wegfällt, mit der Biosphärenreservat-Ausweisung international anerkannten Kriterien gerecht zu werden, könnte die nationale Ausweisungspraxis leicht eine ungewollte Entwicklung nehmen. So würde zwar einerseits die Adaption des Instruments an die nationale Situation erhöht. Andererseits würde dies auf der internationalen Ebene wohl zu jenem letztlich unbefriedigenden Zustand der Begriffsverwirrung führen, wie sie von der Schutzkategorie *Nationalpark* nur allzu bekannt ist (vgl. hierzu auch die Diskussion um die Nationalparks Österreichs, u.a. MANG 1993). Die Wahl des vom internationalen Sprachgebrauch abweichenden Terminus *Biosphärenpark*, welcher auch für die Aufnahme ins BNatSchG erwogen wird (NABU 1993, S. 3; SOELL 1993), weist in diese möglicherweise falsche Richtung.

Gerade bei einer Gebietskategorie wie dem *Biosphärenreservat*, die - in Teilen ihrer Konzeption - noch viel mehr als der Nationalpark auf Internationalität angelegt und angewiesen ist, wäre es bedauerlich, wenn einer Begriffsverwässerung auf nationaler Ebene Vorschub geleistet würde. Dies könnte dem Biosphärenreservats-Gedanken insgesamt nur schaden.

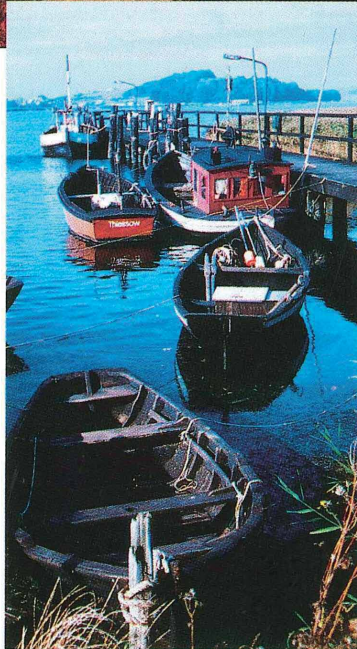
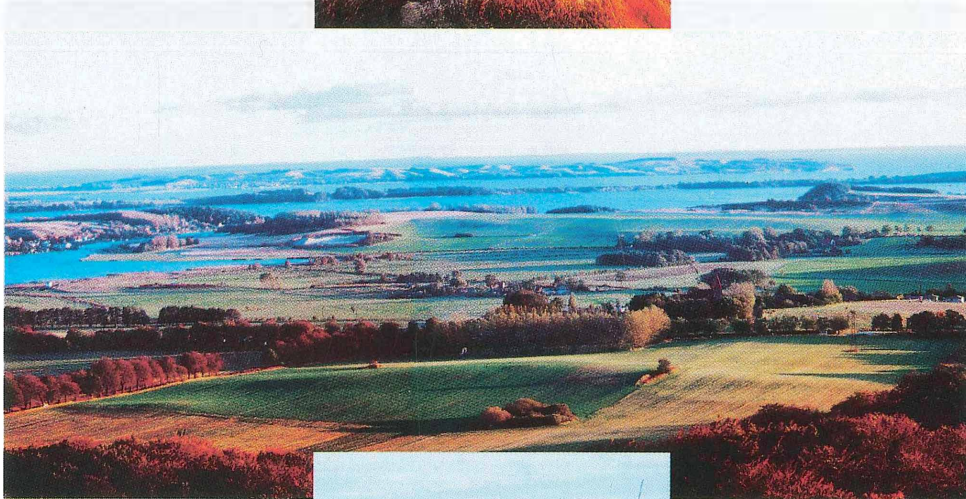
Dagegen erscheint es durchaus möglich, daß Biosphärenreservate, die überwiegend unter "räumlich begrenzten" Gesichtspunkten ausgewiesen werden und auf den ersten Blick für das globale Biosphärenreservat-Netz keine zwingend notwendige Funktion erfüllen, tatsächlich eine gewisse international

BIOSPHERE RESERVES IN GERMANY

# SOUTH-EAST RÜGEN

A multifold landscape shaped by ground moraines gives the Biosphere Reserve South-East Rügen its present image.

Sea, islands and shore host a manifold flora and fauna.



Fishery and agriculture, often in combination, dominate human economic activities. But the importance of tourism is steadily growing.

The beech forests of the island Vilm belong to the oldest and most precious natural forests in northern Germany.

On the island of Vilm the German Federal Government has its International Nature Protection Academy.



German MAB National Committee



Federal Research Center for Nature Protection  
and Landscape Ecology





bzw. globale Bedeutung erlangen können. Voraussetzung dafür ist, daß mit und in ihnen ein wenn auch noch so geringer Beitrag zum Gelingen des MAB-Programms geleistet wird.

Gerade bei einem Projekt, bei dem - wie im Biosphärenreservat-Konzept - funktionale Aspekte (d.h. Aktivitäten in den Bereichen Entwicklung, Forschung, Umweltbeobachtung, Erziehung) so sehr im Vordergrund stehen, können durch eine entsprechende Konzeption und ein entsprechendes Management eventuelle Defizite hinsichtlich der (anfänglichen) Ökosystemausstattung des Gebietes kompensiert werden.

Vor diesem gedanklichen Hintergrund erscheint es durchaus angebracht, einen Ansatz zu wählen, bei dem die Anforderungsprofile, die sich aus sämtlichen Aspekten des Biosphärenreservat-Konzepts ableiten, gleichermaßen berücksichtigt werden.

Als zweiter Grundzug des methodischen Ansatzes ist das Element zu nennen, welches mit *funktional* umschrieben wurde. Wesentliches Ziel des hier dargelegten Ansatzes ist die Erstellung eines Kriterien- bzw. Anforderungskatalogs, mit dessen Hilfe sich die Eignung eines Gebietes als potentiell Biosphärenreservat überprüfen läßt. Dabei erscheint ein funktionaler Ansatz, der im Gegensatz zu dem in der Broschüre "MAB stellt sich vor" (DTSCHE MAB-NATIONALKOMITEE 1990) demonstrierten Verfahren konsequent verfolgt wird, als der geeignetste Weg, um zu operablen Parametern zu gelangen. Eine solche Methode, bei der die Kriterien direkt aus den Hauptanliegen des Biosphärenreservat-Konzepts abgeleitet werden, soll gewährleisten, daß sämtliche potentielle Funktionen des Biosphärenreservats bei der Eignungsanalyse des jeweiligen Gebiets berücksichtigt werden.

So soll vermieden werden, daß mehr oder weniger monofunktionale Biosphärenreservate ausgewiesen werden, in den Funktionen wie etwa die Ökosystemforschung zwar theoretisch möglich, aber nicht naheliegend oder angebracht wären und entsprechende Aktivitäten lediglich "pro forma" durchgeführt werden könnten. Diesem Punkt kommt dann besondere Bedeutung zu, wenn Biosphärenreservate aus überwiegend regional bis national bedeutsamen Motiven ausgewiesen werden sollen.

Darüber hinaus soll die systematische und konsequente Ableitung schließlich zu Parametern führen, die sich nicht nur in der Theorie als schlüssig, sondern auch für die Aufnahme- und Bewertungspraxis als tauglich erweisen. Ob hierbei auf Hilfsgrößen zurückzugreifen ist, welche zwar den betrachteten Faktorenkomplex nicht gänzlich bzw. eindeutig abdecken können, aber zumindest eine relativ brauchbare Grundlage für die gewünschte Eignungsbewertung ermöglichen, wird im Einzelfall zu prüfen sein.

Grundsätzlich erscheint ein gewisser Verlust an Validität bzw. Aussagekraft hinnehmbar, wenn damit

insgesamt, d.h. in der Zusammenschau mit anderen evtl. ähnlichen Hilfsgrößen eine fundierte Aussage über die jeweilige Eignung möglich wird.

#### 4.1 Methodischer Ansatz für einen Anforderungskatalog

Im folgenden soll das zweite, das integrierende Element der Methodik entwickelt werden. Eine Integration ist aus mehreren Gründen angebracht: notwendig erscheint ein solcher Schritt schon allein angesichts der Vielzahl und Verschiedenartigkeit der zu beachtenden Kriterien.

Bei genauer Betrachtung der vorangegangenen Ausführungen wird deutlich, daß eine Festlegung auf eine optimale Merkmalausprägung (für das gesamte Biosphärenreservat) bei allen Kriterien nicht möglich ist. Dies trifft beispielsweise für das *Komplex-Kriterium Nachhaltige Funktionsfähigkeit der Kulturlandschaft* zu: hohe, positive Werte weisen auf einen hohen Erhaltungsbedarf hin, während niedrige Werte hohen Entwicklungsbedarf für den betrachteten Landschaftsausschnitt signalisieren. Beides kann auf die Eignung des untersuchten Gebiets für die Ausweisung als Biosphärenreservat hindeuten.

Der scheinbare Widerspruch ist dabei die logische Konsequenz des Nebeneinanders von Erhaltungs- und Entwicklungsanliegen im Biosphärenreservat-Konzept und wird in der Wirklichkeit durch eine entsprechende Zonierung des Biosphärenreservats "aufgehoben", die ein Nebeneinander der Räume der verschiedenen Merkmalausprägungen und Bestimmungen vorsieht. Dieses Nebeneinander muß in der vorzuschlagenden Methodik eine Entsprechung finden.

Davon abgesehen ist das integrierende Element auch dadurch notwendig, daß Biosphärenreservate einerseits zum Aufbau globaler Netze ausgewiesen werden können. Andererseits können sie aber auch aus räumlich begrenzten, regionalen Beweggründen heraus ausgewiesen werden, um einen pragmatischen Beitrag zur Verwirklichung des Erhaltungs- bzw. Entwicklungsanliegens zu leisten.

Auch diese Möglichkeit der Eignung bzw. Notwendigkeit von Gebieten für die Ausweisung als Biosphärenreservat muß Eingang in den methodischen Ansatz finden.

Als Hilfsmittel, das allen oben genannten Erfordernissen hinreichend gerecht werden könnte, wird ein Anforderungskatalog zur Diskussion gestellt.

Der Katalog, der an ein funktionsfähiges Biosphärenreservat zu stellende Anforderungen umfaßt, ist dabei als eine Art Checkliste zu verstehen. Mit ihr kann überprüft werden, welche Anforderungen ein Untersuchungsgebiet erfüllt und welche nicht.

Die einzelnen Anforderungen, die sich für das potentielle Biosphärenreservat aus den verschiedenen Anliegen ergeben, werden im vorgestellten Anforderungskatalog

# RHÖN

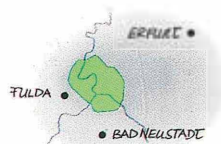
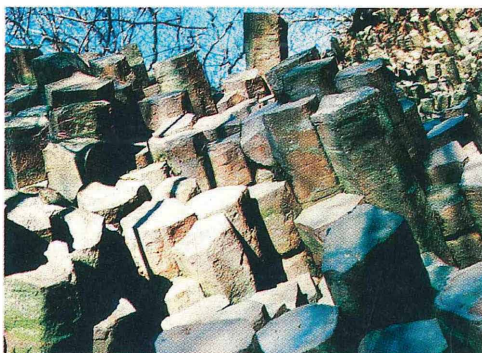
The Biosphere Reserve Rhön covers parts of the three Länder Bavaria, Hesse and Thuringia. Origin of this low mountain range is the basaltic vulcanism of the Tertiary.

The special features are about 50 big basalt cones with semi-natural forests and screes as well as the plateau of the „Long Rhön“ with high moors and mountain meadows rich in species which still remains without forests.

Characteristic species of the Rhön are black grouse and blessed milk thistle. They only can survive with environmentally sound agriculture.



But for economic reasons agriculture mostly is intensified or even totally abandoned today. In both cases precious habitats are being lost.



German MAB National Committee



Federal Research Center for Nature Protection and Landscape Ecology



| A. Erhaltungsanliegen   | Notwendige Arbeitsschritte  |
|---|---|
| 1. Könnte das Untersuchungsgebiet als Biosphärenreservat einen bedeutsamen Beitrag zur Erhaltung der Hauptökosysteme der Welt bzw. Deutschlands leisten?  | Klassifikation nach natürlicher Ausstattung und Hauptnutzungstypen im globalen/internationalen bzw. nationalen Maßstab  |
| a) Welche natürlichen und anthropogenen Hauptökosysteme sind im Untersuchungsgebiet vertreten?  | Zuordnung des Untersuchungsgebiets zu einer oder mehreren Klassifikationseinheiten  |
| b) Sind die vertretenen Hauptökosysteme (Klassifikationseinheiten) im globalen bzw. nationalen Biosphärenreservat-Netz bereits ausreichend abgedeckt?   | Untersuchung der Repräsentanz der betreffenden Klassifikationseinheiten im globalen bzw. nationalen Netz der bisher ausgewiesenen Biosphärenreservate   |
| c) Ist das Untersuchungsgebiet dazu geeignet, die betreffenden Klassifikationseinheiten in ausreichendem Umfang zu repräsentieren?  |   |
| Sind natürliche bzw. naturnahe Ökosystemausprägungen in ausreichendem Umfang im Untersuchungsgebiet vorhanden, um einen wirksamen Beitrag zur Erhaltung der natürlichen Ökosysteme der Welt bzw. Deutschlands und deren genetischen Materials zu gewährleisten? | Ermittlung der Natürlichkeit: Vergleich der aktuellen mit der pot. natürlichen Vegetation; (evtl. Beurteilung nach Klassifikationsschemata, vgl. SEIBERT 1980);<br>Ermittlung der Hemerobie: Erfassung des Einflusses erfolgter bzw. erfolgender anthropogener Eingriffe; Vergleich der resultierenden tatsächlichen Größe der Ökosysteme mit evtl. verfügbaren Richtwerten für deren Mindestgröße  |
| d) Deckt das Untersuchungsgebiet mit seiner ökosystemaren Ausstattung das für die zu vertretenden Klassifikationseinheit(en) typische Spektrum an Ökosystemen vollständig ab?   | Definition der idealtypischen Zusammensetzung des Spektrums der jeweiligen Klassifikationseinheit(en);<br>Ermittlung der Diversität der Landschaft (Landschaftselemente pro Flächeneinheit);<br>Ermittlung der Möglichkeit von Entwicklungsmaßnahmen und des dafür erforderlichen Aufwands  |
| e) Lassen sich die betreffenden Ökosysteme im Untersuchungsgebiet ausreichend effektiv schützen? Lassen sich die zu erhaltenden Ökosysteme gegen mögliche Beeinträchtigungen von außen ausreichend abschirmen?  | Ermittlung von Störfaktoren und des von Ihnen ausgehenden Beeinträchtigungspotentials;<br>Ermittlung geeigneter topologischer bzw. hydrologischer Barrieren;<br>Ermittlung der Realnutzung und Beurteilung hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die zu erhaltenden Ökosysteme;<br>Abschätzung der Möglichkeit und des Aufwands für eine Beseitigung bzw. Verringerung des Störpotentials   |
| Bestehen im Untersuchungsgebiet bestimmte Voraussetzungen, die das Konfliktpotential bzgl. der für die Verwirklichung des Erhaltungsanliegens notwendigen Nutzungsbeschränkungen/-ausschlüsse herabsetzen können?   | Ermittlung der Eigentumsverhältnisse für die Gebiete, die als pot. Schutzzonen (und Pflegezonen) in Frage kommen;<br>Ermittlung der Produktionsvoraussetzungen (Bodengüte u.ä.) und der zu erwartenden Deckungsbeiträge für praktizierte Land- und Ressourcennutzungsmethoden;<br>Ermittlung der Realnutzung (im Hinblick auf deren Nachhaltigkeit)   |
| Sind Eingriffe möglich, geplant oder erfolgen bereits Eingriffe, die die Verwirklichung des Erhaltungsanliegens langfristig beeinträchtigen oder vereiteln könnten?   | Ermittlung möglicher, geplanter bzw. bereits erfolgter Eingriffe und Abschätzung des von ihnen ausgehenden Beeinträchtigungspotentials sowie der Erfolgchancen von eventuellen Gegenmaßnahmen   |
| f) Legen Gestalt und Ausprägung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Kulturlandschaft eine Ausweisung als Biosphärenreservat nahe?   | Ermittlung von Ausmaß und Nachhaltigkeit der Funktionsfähigkeit der Kulturlandschaft. <u>Umweltqualität</u> (Ermittlung der Situation der abiotischen und biotischen Ressourcen und Vergleich mit regionalspezifischen Umweltqualitätszielen bzw. -standards);<br><u>Ökonomische Lebensfähigkeit</u> der Landnutzung und der zugehörigen Betriebe (Vergleich analog zu oben);<br><u>Lebensqualität</u> für ansässige Bevölkerung (und auswärtige Erholungssuchende) |

Fortsetzung: Anforderungskatalog

|   |   |
|---|---|
| <p>2. Könnte eine Ausweisung des Untersuchungsgebietes als Biosphärenreservat einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung regional bedeutsamer Schutzgüter leisten?</p>  | <p>Umweltqualität; Landschaftsdiversität, Natürlichkeit; (evtl. Verwendung von Kriterien wie Seltenheit, Einzigartigkeit);<br/>Ermittlung der Tendenz zur Aufgabe oder Änderung der Land- bzw. Ressourcennutzung (Brachflächen, Aufgabe landwirtschaftlicher Betriebe u.ä.)</p>   |
| <p>a) Umfaßt das Untersuchungsgebiet Ausprägungen von Ökosystemtypen, die zwar im globalen bzw. nationalen Biosphärenreservat-Netz ausreichend repräsentiert sind, deren Erhaltung aber aus regional bedeutsamen Motiven angebracht ist?</p>  |   |
| <p>b) Umfaßt das Untersuchungsgebiet Kulturlandschaftsbereiche, die (u.a.) aus kulturhistorischen Gründen besonders erhaltenswert sind?</p>   | <p>Ermittlung der kulturhistorischen Bedeutung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Kulturlandschaft; Ermittlung der Realnutzung und Bewertung im Hinblick auf deren Historizität (evtl. durch Vergleich mit historischen Quellen)</p>   |
| <p><b>B. Logistisches Anliegen</b></p>  | <p><b>Notwendige Arbeitsschritte</b></p>  |
| <p>1. Könnte das Untersuchungsgebiet als Biosphärenreservat einen bedeutsamen Beitrag zum Aufbau eines internationalen Netzes von Forschungs- und Beobachtungsgebieten leisten?<br/>Weist das Untersuchungsgebiet Objekte für die Umweltforschung bzw. Ökosystemare Umweltbeobachtung auf, deren Beobachtung und Untersuchung im internationalen, nationalen bzw. überregionalen Vergleich vornehmlich angebracht wäre?</p> | <p>Ermittlung, inwieweit die im pot. Biosphärenreservat zu untersuchenden Objekte bzw. Themen bereits erforscht bzw. beobachtet wurden oder werden;<br/>Ermittlung des regionalen Entwicklungsbedarfs</p>   |
| <p>Kann davon ausgegangen werden, daß die Ergebnisse der im Untersuchungsgebiet durchzuführenden Forschungstätigkeiten Aussagekraft für Vergleichsräume (vergleichbare Fragestellungen) besitzen?</p>   | <p>Ermittlung bzw. Abschätzung der Repräsentativität der im pot. Biosphärenreservat in Frage kommenden Untersuchungsgegenstände;<br/>Abschätzung der methodischen Möglichkeiten zur Verbesserung der Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse</p>   |
| <p>2. Bestehen im Untersuchungsgebiet die notwendigen Voraussetzungen, die die praktische Durchführung der wissenschaftlichen Tätigkeiten begünstigen bzw. ermöglichen?</p>   | <p>Ermittlung der Repräsentativität der Untersuchungsregionen für die Ausstattung bzw. Situation des gesamten pot. Biosphärenreservats;<br/>Klassifikation nach Ökosystemtypen; Ermittlung der realen Größe der jeweiligen Einheiten;<br/>Überprüfung evtl. möglicher Konfliktpotentiale infolge unzureichender Größe der Untersuchungsregionen;<br/>Vergleich mit Bedarfssituation für die Verwirklichung des Erhaltungsanliegens und für die ungestörte Durchführung der wissenschaftlichen Tätigkeiten</p> |
| <p>a) Ließen sich geeignete, (für das Untersuchungsgebiet) repräsentative Untersuchungsregionen abgrenzen?</p>  |   |
| <p>b) Wären die pot. Untersuchungsregionen in dem für die Durchführung der Forschungstätigkeit notwendigen Umfang zugänglich?</p>   | <p>Ermittlung des Erschließungsgrades der Untersuchungsregionen (Verkehrswegenetz), bzw. Abschätzung der Möglichkeit und des Aufwands für eine entsprechende Erschließung;<br/>Ermittlung standörtlich bzw. klimatisch bedingter pot. Hindernisse für permanente Erreichbarkeit (u.a. Gefahr von Lawinen, Überschwemmungen u.ä. auf Zufahrtswegen)</p>  |
| <p>c) Können für die pot. Untersuchungsregionen Beeinträchtigungen der Forschungstätigkeiten ausgeschlossen werden?</p>   | <p>Ermittlung pot. lokaler Störfaktoren, des von ihnen ausgehenden Potentials von Beeinträchtigungen für die Ökosystemare Umweltbeobachtung sowie entsprechender Pufferungsmöglichkeiten</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <p>d) Kann von der Konstanz der pot. Untersuchungsobjekte für die Dauer der Forschungs- und Beobachtungsprogramme ausgegangen werden?</p>   | <p>Ermittlung bzw. Abschätzung des für die Untersuchungsobjekte bestehenden Veränderungspotentials infolge von zu erwartenden Sukzessions-, Erosions- und sonst. Degradationsprozessen;<br/>Bewertung durch Vergleich mit diesbzgl. Toleranzwerten, die sich aus Anforderungen der ökosystemaren Umweltbeobachtung ergeben;<br/>Ermittlung bzw. Abschätzung des für die Untersuchungsregionen bestehenden Risikos natürlicher und anthropogener Katastrophen (Ermittlung der Exposition der Untersuchungsregionen gegenüber gefährlichen Einrichtungen, Abschätzung des jeweiligen Beeinträchtigungspotentials)</p>  |
| <p>e) Ließen sich für das Untersuchungsgebiet bzw. für die pot. Untersuchungsregionen bereits vorhandene Informationsquellen nutzen?</p>  | <p>Ermittlung des Bestands von für das Untersuchungsgebiet bzw. die pot. Untersuchungsregionen<br/>- verfügbaren relevanten historischen Quellen<br/>- wissenschaftlich erhobenen und aufbereiteten Datenmaterials (Grad der Erforschung der Untersuchungsregionen);<br/>Ermittlung der Existenz für Kooperation relevanter Forschungstätigkeiten, die im Untersuchungsgebiet bzw. in den pot. Untersuchungsregionen stattfinden</p>   |
| <p>f) Wäre das Untersuchungsgebiet für die mit der Durchführung der wissenschaftlichen Tätigkeiten Beauftragten gut erreichbar?</p>   | <p>Ermittlung der Lage und äußeren Erschließung in Hinblick auf in Frage kommende Forschungseinrichtungen</p>  |
| <p>3. Eignet sich das Untersuchungsgebiet zur Durchführung von Programmen bzw. Maßnahmen der Umweltbildung?<br/>Liegen geeignete Lerninhalte vor, die vor Ort vermittelt werden könnten?</p>  | <p>Vergleich der diesbzgl. Möglichkeiten des Untersuchungsgebiets mit in Frage kommenden Inhalten der Umweltbildung;<br/>Ermittlung des Erschließungsgrades der pot. Demonstrationobjekte; Abschätzung der Möglichkeit und des Aufwands für eine Neuerschließung;<br/>Ermittlung des Bestands an geeigneten Strukturen (Informations- und Bildungszentren, Museen u.a.);<br/>Abschätzung der Möglichkeit bzw. des notwendigen Aufwands für die Errichtung derartiger Strukturen;<br/>Bewertung der Lage und äußeren Erschließung des Untersuchungsgebiets (bzgl. von Einrichtungen der Forschung und Lehre, von Ballungsgebieten) zur Abschätzung der pot. Reichweite des Bildungsangebots</p> |
| <p><b>C. Entwicklungsanliegen</b></p>   | <p><b>Notwendige Arbeitsschritte</b></p>   |
| <p>1. Eignet sich das Untersuchungsgebiet als regionales Entwicklungsmodell?<br/>Liegen im Untersuchungsgebiet Probleme der Land- und Ressourcennutzung vor, deren Erforschung und Lösung im Rahmen eines Biosphärenreservats für einen größeren Bezugsraum von Bedeutung wäre?</p> | <p>Ermittlung der Funktionsfähigkeit der Kulturlandschaft sowie von für evtl. Defizite verantwortlichen Problemen der Landnutzung;<br/>Überprüfung des Stands der Forschung bzgl. geeigneter Lösungsmöglichkeiten (unter besonderer Berücksichtigung regionalspezifischer Ansätze)</p>   |
| <p>2. Könnte eine Ausweisung eines Biosphärenreservats einen bedeutenden Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Untersuchungsgebiets und seiner Umgebung leisten?</p>   |  |
| <p>a) Gibt die Funktionsfähigkeit der Kulturlandschaft des Untersuchungsgebiets (und seiner Umgebung) Anlaß für entsprechenden dringenden Entwicklungsbedarf?</p>   | <p>Quantitative Bewertung des Problempotentials und des resultierenden Entwicklungsbedarfs</p>   |
| <p>b) Bestehen im Untersuchungsgebiet Bedingungen, die eine Umsetzung der von der Forschung zu entwickelnden Lösungsansätze begünstigen könnten?</p>  | <p>Ermittlung des Bestands an geeigneten Strukturen (z.B. Möglichkeiten der Direktvermarktung);<br/>Vergleich mit bestehendem Entwicklungsbedarf</p>   |

BIOSPHERE RESERVES IN GERMANY

# BERCHTESGADEN



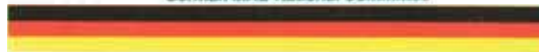
Mighty mountains of the limestone Alps tower over the high mountain landscape of the Biosphere Reserve Berchtesgaden.

In higher altitudes of the Biosphere Reserve still large scale natural areas exist. In the valleys grassland farming dominates.

It is necessary to preserve this combination of natural and cultivated landscape in order to maintain it as a living, working and recreational area.



German MAB National Committee



Federal Research Center for Nature Protection  
and Landscape Ecology



derungskatalog als Fragen formuliert. Der Bearbeiter des Katalogs ist jeweils zur Beantwortung der diesbezüglichen Frage aufgerufen. Als zusätzliche Hilfe wird erläutert, welche methodischen Schritte zu einer fundierten Entscheidung in diesem Fall notwendig sind.

Auf quantitative Bewertungen der Eignung wird beim vorgestellten Katalog weitestgehend verzichtet; derartige Bewertungen erscheinen im vorliegenden Zusammenhang nicht erforderlich, da es zunächst v.a. darum geht zu überprüfen, ob ein Untersuchungsgebiet unter dem jeweiligen Aspekt geeignet ist oder nicht; zweitrangig ist dabei die Frage, in welchem Umfang ein Gebiet geeignet ist.

Die Einschätzung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Situation und - darauf basierend - der Eignung des Untersuchungsgebiets als Biosphärenreservat bleibt dem Urteil des Bearbeiters überlassen und somit subjektiv. Der Bearbeiter ist aber durch den systematischen Aufbau des Anforderungskatalogs gezwungen, für jede einzelne Frage Rechenschaft abzulegen, wie er die jeweils vorliegende Situation beurteilt. In dieser Hinsicht wird die Eignungsanalyse bzw. -bewertung hinreichend transparent, da sie auch Außenstehenden einen Einblick in die erfolgte Bewertung der Eignung des Untersuchungsgebiets erlaubt.

MARGULES (1994) stellt als Ergebnis einer Untersuchung über den Faktor Subjektivität bei Bewertungen für den Naturschutz fest, daß die größten intersubjektiven Differenzen i.d.R. im mittleren Bereich auftreten.

Im vorgestellten Katalog werden, wie aufgeführt, qualitative Urteile verlangt, bei denen es um ein Ja oder Nein, also um die Zuordnung zu den beiden Extremen auf der Eignungsskala geht. Insofern dürfte der kritische mittlere Bereich der Eignung weniger stark als Faktor der Subjektivität ins Gewicht fallen.

Zur Abschwächung des Mankos der Subjektivität, welches der Anforderungskatalog aufweist, aber nicht hinter aufwendiger, systematischer Methodik zu verbergen sucht, ist die Bearbeitung des Katalogs durch mehrere, möglichst ortskundige Bearbeiter (unabhängig voneinander) wünschenswert.

Mit dem vorgestellten Katalog soll Transparenz bei der Eignungsanalyse erreicht werden, so daß für den oder - wenn möglich - die Bearbeiter transparent wird, welche Faktoren bei der Eignungsanalyse zu berücksichtigen sind; der bearbeitete Katalog macht transparent, d.h. für Dritte nachvollziehbar, wie der/die Bearbeiter des Katalogs die Situation bzw. die Eignung des Untersuchungsgebiets bzgl. der einzelnen Anforderungen beurteilen. Deutlich wird auch, welche Schwachstellen für die Gesamtbewertung zur Ablehnung der Ausweisung führen bzw. bedeutungsmäßig zurückgestellt wurden. Dieser letzte Schritt, der evtl. zur Zurückstellung möglicher Defizite führt, bedarf sorgfältiger Abwägung

und einer entsprechenden Dokumentation, die das Ergebnis wiederum transparent und für andere nachvollziehbar machen kann. Andererseits könnte das frühzeitige Wissen um solche Schwachstellen zum geeigneten Ausgangspunkt für entsprechende Entwicklungs- bzw. Ausgleichsmaßnahmen nach erfolgter Ausweisung werden.

## 5 Diskussion

Ziel der dargelegten Gedanken war, eine methodische Grundlage für die Bewertung von Landschaften als potentielle Biosphärenreservate zu erstellen, um diese als Instrument des Naturschutzes zu etablieren.

Hierzu wurde zunächst überprüft, was bereits erstellte methodische Ansätze zur Auswahl von Biosphärenreservaten für die betrachtete Themenstellung leisten können. Dabei mußte einerseits festgestellt werden, daß keiner der Ansätze vollauf befriedigen konnte, andererseits fanden sich Elemente, die für eine Übernahme in den eigenen Ansatz geeignet erschienen.

Erklärtes Ziel der Methodik sollte die Ausweisung von Biosphärenreservaten sein, die im internationalen wie auch im nationalen und regionalen Rahmen (vollauf) funktionsfähig sind. Aus diesem Grund und wegen der generell hohen Bedeutung, die die Funktionen eines Biosphärenreservats für dessen Wesen und Wert besitzen, wurde bei der Methodik ein funktionaler Ansatz gewählt; d.h. die Kriterien, anhand derer die Eignung der Untersuchungsgebiete bewertet werden sollen, wurden aus den unterschiedlichen mit den Biosphärenreservaten verfolgten Anliegen und den damit verbundenen Funktionen abgeleitet. Beim sog. Erhaltungsanliegen konnte dabei u.a. auf die von der TASK FORCE vorgeschlagenen Kriterien zurückgegriffen werden. Sie wurden einer eingehenden Prüfung unterzogen. Dabei sollten möglichst operable Kriterien bzw. aussagekräftige Indikatoren ermittelt werden. Eine Entscheidung für einen Parameter (bzw. ein Verfahren) war, wie sich herausstellte, nicht in jedem Fall möglich. Dies ist auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen: eine generelle Schwierigkeit bestand darin, daß nicht von einer vorhandenen Datenbasis ausgegangen werden kann. Es konnte daher jeweils nur beschrieben werden, welche fachlichen Anforderungen zu stellen sind. Wenngleich aus den genannten Gründen dabei nicht immer eine Entscheidung für einen konkreten Parameter erfolgen kann, konnte aber aufgezeigt werden, welche Faktoren im Rahmen des Biosphärenreservat-Konzepts von Belang sind und welche eher zurückzustellen sind (u.a. Grad der Gefährdung, Stellung in sog. Roten Listen).

Beträchtlicher Raum wurde dem Faktor nachhaltige Funktionsfähigkeit der Kulturlandschaft als Lebensraum für Mensch, Pflanze und Tier eingeräumt. Eine Operationalisierung wurde dabei ungeachtet

dessen versucht, daß eine Konkretisierung des Begriffs eigentlich erst Ergebnis der MAB-Forschung und entsprechender Aktivitäten in den Biosphärenreservaten sein könnte. Angesichts der zentralen Stellung, die dieses Thema im Rahmen des MAB-Programms, der Biosphärenreservat-Idee und der neueren Naturschutz-Diskussion innehat, erschien ein solcher Versuch dennoch angebracht.

Wenn manche abgeleiteten Kriterien bezüglich ihrer Eignung für die Bewertungspraxis aus den genannten Gründen noch nicht ausgereift sind, so sollte die Bedeutung des dargelegten Ansatzes v.a. daran gemessen werden, inwieweit es gelungen ist, eine methodische Grundlage zu erstellen, die es dem Bewertenden möglich macht, Anforderungen an ein Biosphärenreservat bei der Bewertung zu berücksichtigen.

Die vorgestellte Methodik läßt bei aller Systematik noch genügend Freiraum für die notwendige Flexibilität. Der Bewertende kann die jeweiligen Kriterien bzw. Indikatoren nach eigenem Ermessen und vorliegender Datenbasis auswählen. Zudem kann mit dem Anforderungskatalog flexibel verfahren werden. Bedauerlich wäre es nur, wenn schon vor Beginn der Eignungsbewertung das Blickfeld des Wertenden unnötig eingengt wäre und infolgedessen Biosphärenreservate vorgeschlagen werden, die den Erfordernissen weder in internationaler noch in nationaler bzw. in regionaler Hinsicht in ausreichendem Umfang gerecht würden. Wenn diese Gedanken dazu beitragen könnten, derartiges zu verhindern, wäre das Anliegen der Autoren erreicht.

## Literatur

BICK, H., RÖSER, B. & FRANZ, H. (1984): Die Konzeption des MAB-Projektbereiches 8 "Schutz von Naturgebieten und dem darin enthaltenen genetischen Material"; MAB-Mitteilungen 20, 8-19.

DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (1990): MAB stellt sich vor. - Bonn.

MANG, J. (1993): Nationalparke in Österreich: Bisher eine halbe Sache. - Nationalpark 77 (2), 30-32.

MARGULES, C. R. (1994): Erfassen und Bewerten von Lebensräumen in der Praxis; in: USHER, M.B. & ERZ, W. (1994): Erfassen und Bewerten im Naturschutz. - Verlag Quelle und Mayer, Heidelberg/Wiesbaden.

NABU - NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (1993):

Biosphärenparke: Perspektiven für den Schutz der Kulturlandschaft (Positionspapier AU/ÖUB-BR (1993) 1.2).

SEIBERT, P. (1980):

Ökologische Bewertung von homogenen Landschaftsteilen, Ökosystemen und Pflanzengesellschaften, Berichte der ANL 4, 10-23.

SOELL, H. (1993):

Schutzgebiete im Naturschutz- und Landschaftspflegerecht, in: Naturschutz- und Landschaftspflegerecht im Wandel; Schr.-R. d. Inst. f. Umwelt- und Technikrecht der Universität Trier 20, R. v. Decker's Verlag, Heidelberg, 5-27.

STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND (Hrsg.) (1995):

Biosphärenreservate in Deutschland. Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg.

SUCCOW, M. (1991):

Unbekanntes Deutschland: Naturlandschaften zwischen Rügen und Rhön. - Naturschutz heute 2/1991, 26-37.

— (1993):

Neuorientierung in der Landnutzung; in: KOHLER, A. & BÖCKER, R. (1993) (Hrsg.): Die Zukunft der Kulturlandschaft. Verlag J. Margraf, Weikersheim, 25-32.

TASK FORCE (1974):

UNESCO (1974) Task Force on criteria and guidelines for the choice and establishment of biosphere reserves; MAB report series No. 22.

TRAUTMANN, W. & MEISEL, K. (1982):

Zur Ermittlung potentieller Biosphärenreservate in der Bundesrepublik Deutschland; in: BFANL (Hrsg.): Jahrbuch 1982. Bonn-Bad-Godesberg.

UDVARDY, M.D.F. (1975):

A classification of the biogeographical Provinces of the world. IUCN Occasional Paper 18, Morges (CH).

## Anschrift der Verfasser:

Dr. Lutz Spandau  
Allianz Stiftung  
Ainmillerstr. 11  
D-80801 München

Bertram Boretzki  
Lehrstuhl für Landschaftsökologie  
TU München-Weihenstephan  
D-85354 Weihenstephan





## Das Biosphärenreservat Rhön - Vorbild einer umweltgerechten Regionalentwicklung

Reinhard GREBE

Die mit Erziehung, Wissenschaft und Kultur befaßte Organisation der Vereinten Nationen, die UNESCO, hat im Jahre 1970 das Programm "Der Mensch und die Biosphäre" ("Man and Biosphere" kurz MAB) ins Leben gerufen. Damit reagierte die UNESCO auf die zunehmende Zerstörung der Lebensgrundlagen auf unserem Planeten. Zielsetzung des internationalen MAB-Programmes ist es, die Grundlagen für die Erhaltung der Ressourcen und eine umweltgerechte Nutzung zu entwickeln. Biosphärenreservate sind großflächige, repräsentative Ausschnitte von Natur- und Kulturlandschaften, die zum überwiegenden Teil ihrer Fläche unter gesetzlichem Schutz stehen. In ihnen werden - gemeinsam mit den hier lebenden und wirtschaftenden Menschen - beispielhafte Konzepte zu Schutz, Pflege und Entwicklung erarbeitet und umgesetzt. Biosphärenreservate dienen zugleich der Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, der Ökologischen Umweltbeobachtung und der Umweltbildung. Sie werden von der UNESCO im Rahmen des Programms "Der Mensch und die Biosphäre" anerkannt.

Mit dieser Definition werden die Zielsetzungen der Biosphärenreservate deutlich. Es geht nicht darum, einzelne Teilräume von Landschaften als von Menschen weitgehend unbeeinflusste Schutzgebiete abzugrenzen, sondern um die Einbindung der Nutzungsansprüche des Menschen in einem integrierten Gesamtkonzept. Biosphärenreservate sollen Modellcharakter besitzen, in ihnen sollen Strategien erarbeitet werden, die das langfristige Überleben der Menschheit sichern. Es soll gezeigt werden, daß der Mensch die Biosphäre nutzen kann, ohne sie zu zerstören. Dieser Anspruch kann nicht in abgelegenen, vom Menschen unbeeinflussten Schutzgebieten erreicht werden.

In der ganzen Welt bestehen heute 330 Biosphärenreservate in nahezu allen Weltregionen.

Entsprechend den unterschiedlichen ökologischen Verhältnissen und Nutzungstypen sollen in diesem weltweiten System von großräumigen Landschaften drei Schwerpunkte durchgesetzt werden:

1. NATURSCHUTZ - Erhalt des genetischen Materials und der Ökosysteme.
2. ENTWICKLUNG - Modellhafte Entwicklungsformen unter Sicherung der Umwelt.

3. MONITORING - Aufbau und Vernetzung eines internationalen Netzes für Forschung und Überwachung.

### 1 Biosphärenreservate in Deutschland

So wie die Rhön nach der Wiedervereinigung endlich wieder mit Thüringen verbunden ist und mit den in Deutschland einmaligen Trockenrasen besonders wertvolle Landschaftsräume aufweist, so ist mit der Wiedervereinigung insgesamt das Konzept der Biosphärenreservate in Deutschland entscheidend gefördert.

In der letzten Sitzung des Ministerrates der früheren DDR unter Ministerpräsident de Mazière am 12. September 1989 wurde das von einer Gruppe engagierter Naturschützer unter Leitung von Prof. Succow, Universität Greifswald, vorgelegte Konzept der Biosphärenreservate beschlossen. Mit dem Einigungsvertrag wurde diese internationale Kategorie - die bisher im westlichen Deutschland nur in Berchtesgaden mit einem Biosphärenreservat vertreten war - in das vergrößerte Deutschland übernommen.

1995 sind in Deutschland 12 Biosphärenreservate anerkannt:

1. Bayerischer Wald
2. Berchtesgaden
3. Elbtalau
4. Mittlere Elbe
5. Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft
6. Pfälzer Wald
7. Rhön
8. Rügen
9. Spreewald
10. Schorfheide-Chorin
11. Thüringer Wald - Vesser Tal
12. Wattenmeer
13. Unteres Odertal

Für weitere Landschaftsräume wie den Harz und die Sächsische Schweiz laufen weitere Untersuchungen.

Viele Menschen in der früheren DDR klagen heute mit Recht darüber, daß durch den "Anschluß an die Bundesrepublik", ihnen alle im Westen geltenden Gesetze und Richtlinien von einem Tag auf den anderen übergestülpt wurden. Damit sind auch viele

wertvolle Ansätze, wie sie im Zusammenleben der Menschen untereinander bestanden, verloren gegangen.

Daß wir aber durch die Wiedervereinigung nicht nur einmalige, bislang für uns unzugängliche Landschaftsräume wiedergewonnen haben - Rügen, den Spreewald, die Mecklenburger Seenplatte - sondern auch in Westdeutschland für die besonders wertvollen Landschaften der Rhön den internationalen Schutz eines Biosphärenreservates erhielten, ist ein zusätzliches Geschenk.

Im Gegensatz zu Nationalparks, die - wie der Bayerische Wald - überwiegend aus Naturschutzgebieten bestehen, **umfassen Biosphärenreservate unterschiedlich intensiv genutzte Landschaften:** von naturnahen Ökosystemen bis zu intensiv landwirtschaftlich oder baulich genutzten Gebieten. Aus diesem Grunde wurde die vor 10 Jahren von den Naturschutzverbänden vorgeschlagene Ausweisung eines Nationalparks Rhön von den Ländern Bayern und Hessen abgelehnt.

Aufgrund der vielfältigen Nutzungsstruktur und zur Abstimmung der unterschiedlichen Schutz- und

Entwicklungsziele ist eine innere räumliche Gliederung erforderlich

- die Zonierung des Biosphärenreservates.

Die Einteilung in Zonen bildet die Grundlage für eine sinnvolle Raumentwicklung unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten. Die Erarbeitung dieser Zonierung war eine der wichtigsten Aufgaben des von 1990 - 94 erstellten Rahmenkonzeptes. Auch die äußere Abgrenzung wurde überprüft und eine **Erweiterung des Biosphärenreservates Rhön von ursprünglich ca. 132.000 ha auf knapp 185.000 ha** vorgeschlagen.

## 2 Biosphärenreservat Rhön

Schon im Januar 1990 begann eine Gruppe engagierter Naturschützer aus den 3 Ländern Bayern, Hessen und Thüringen unter der Leitung des leider 1993 verstorbenen Willi Bauer, dem langjährigen Leiter der HGON (Hessischen Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz) die Kriterien für ein Biosphärenreservat in der Rhön zu entwickeln und eine Abgrenzung vorzuschlagen. Diese wertvolle Vorarbeit wurde im Herbst 1990 von den Umwelt-

# Biosphärenreservat Rhön



Quelle: Rahmenkonzept Biosphärenreservat Rhön 1995  
Karte: Braun/Pokorny

Abbildung 1

Das Biosphärenreservat Rhön liegt mitten in Deutschland im Bereich von drei Bundesländern

ministerien der 3 Länder Bayern, Hessen und Thüringen übernommen und in Abstimmung mit der deutschen MAB-Kommission in Bonn und der Pariser UNESCO-Zentrale die Aufgabe formuliert. Im März 1991 wurde die Rhön von der UNESCO als Biosphärenreservat anerkannt, die offizielle Übergabe der Urkunden erfolgte am 24. September 1991 in Kaltensundheim/Rhön.

Das Biosphärenreservat Rhön liegt als einziges Reservat im Bundesgebiet im Bereich von drei Ländern, nämlich Bayern, Hessen und Thüringen. Die Abgrenzung hat sich an den Grenzen des Naturraums Rhön orientiert. Die drei Länder haben etwa gleich große Anteile an dem insgesamt 185.000 ha großen Gebiet. Zum Biosphärenreservat Rhön gehören drei Planungsregionen (Main-Rhön, Nord-

hessen und Südthüringen), sechs Landkreise und etwa hundert Gemeinden mit ca. 110.000 Menschen (vgl. Abb. 1 und 2).

Die Kulturlandschaft Rhön weist Besonderheiten von internationaler Bedeutung hinsichtlich des Landschaftsbildes sowie der Pflanzen- und Tierwelt auf. Besonders die extensiv genutzten **Grünlandökosysteme** sowie **Moore, Heckenlandschaften und naturnahe Wälder** in großflächiger Ausdehnung zeichnen die Rhön gegenüber anderen Mittelgebirgen aus. Dies wird durch Vorkommen störungsempfindlicher Tierarten dokumentiert, die großräumig zusammenhängende Lebensräume benötigen.

Die Rhön hat bedingt durch Relief, Böden und Klima, in weiten Teilen ungünstige Standortge-

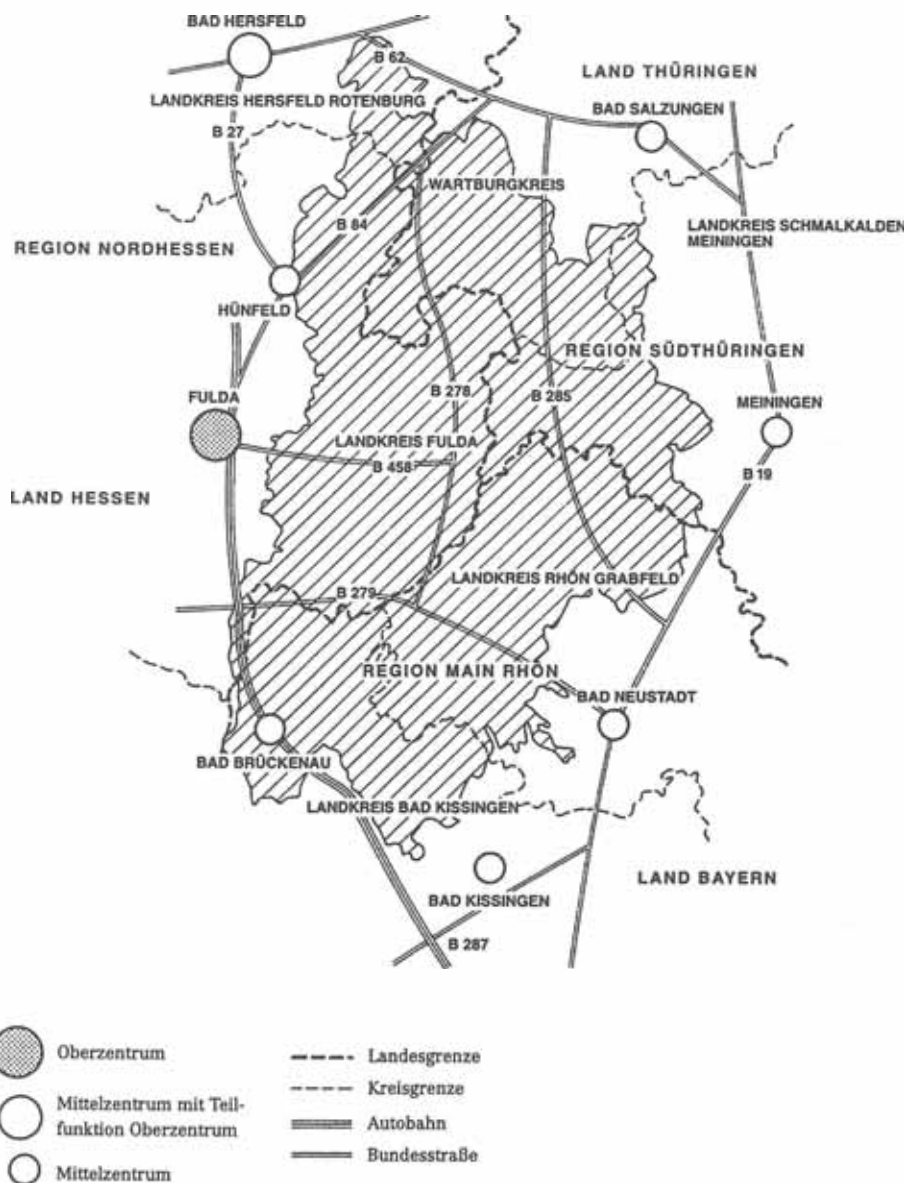


Abbildung 2

Zentrale Orte und Einzugsbereiche 1993 (Bearbeiter: ARGE Regionalstruktur und Siedlungswesen, Weimar) aus: Biosphärenreservat Rhön - Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung (Bearbeiter: Planungsbüro Grebe, Nürnberg), Neumann, Radebeul 1995

Tabelle 1

## Größenordnung der Landschafts- und Nutzungstypen in der Rhön

| Landschaftstypen  |  | Nutzungstypen   |
|---|--|---|
| 3.000 ha  | Kalkmagerrasen   | Schafbeweidung  |
| 5.000 ha  | Borstrasen und Hochheiden  | 1-malige späte Mahd nach dem 1. Juli  |
| 10.000 ha   | durch Hecken reich strukturierte Grünländer mit der höchsten Heckendichte Deutschlands | Entsteinung, Steinwälle an den Grundstücksgrenzen mit einer Entwicklung zu Hecken, Weidewirtschaft bei hohen Niederschlägen |
| 5.000 ha  | Weiden mit großen Einzelbäumen   |   |
| 25.000 ha   | autochthone Buchenwälder mit wertvollen Bodendecken, verschiedene Altersklassen        | Mittelwald, Plenternutzung  |
| durchsetzt von zahlreichen Sonderstandorten: Moore und Feuchtwiesen, Basaltblockhalden, intakte Gewässersysteme mit Auenbiotopen, von den Quellbereichen bis in die Mittelläufe |  | ohne Nutzung  |

Tabelle 2

## Anzahl der Rote Liste-Arten in der Rhön

|                      |  |
|----------------------|--|
| Pflanzen             | 106 Arten der Roten Liste, davon 70 % auf Offenland (magere Wiesen, Randbereiche), also durch Landwirtschaft extensiv genutzt. |
| Vögel                | 36 Arten der Roten Liste, davon 8 in der BRD vom Aussterben bedroht.   |
| Insekten             | mind. 100 Arten der Roten Liste, allein 16 RL-Arten bei Ameisen.   |
| Amphibien, Reptilien | 10 Arten der Roten Liste der BRD, in feuchten, wie in trockenen Bereichen.   |

benheiten, die landwirtschaftliche Bodennutzung wird erschwert, was zur Erhaltung großflächig extensiv genutzter Landschaftsräume beigetragen hat. Naturangepasste Nutzungsformen der Land- und Forstwirtschaft, aber auch im Handwerk und der Kleinindustrie, haben in der Rhön **Landschaftstypen** einer sonst nicht vorhandenen Qualität und Größe in Deutschland geschaffen (siehe Tab. 1). Über 50.000 ha der insgesamt ca. 180.000 ha Flächen der Rhön haben heute Naturschutzqualität mit einer einzigartigen Artendiversität (siehe Tab.2).

### 3 Rahmenkonzept Biosphärenreservat Rhön

Mit der Erarbeitung des **Rahmenkonzeptes Biosphärenreservat Rhön** wurde das Büro Grebe, Landschafts- und Ortsplanung, Nürnberg, im März 1991 von den drei Ländern beauftragt (Bearbeitung: Prof. Reinhard Grebe und Landschaftsökologe Guido Bauernschmitt). In der Projektbegleitenden Ar-

beitsgruppe haben die Vertreter der Ministerien, Bezirke, Fachverwaltungen und Verwaltungsstellen aller drei Länder mitgearbeitet. Die Ergebnisse sind in Buchform (vgl. Abb. 3) zusammengefaßt und veröffentlicht worden.

Die Ausscheidung der Biotoptypen anhand der Luftbilddauswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie, IVL, Hemhofen bei Erlangen (Bearbeiter: Heimar Gutsche und Dr. Rainer Suck).

Die Erarbeitung der Zonierung war eine der wichtigsten Aufgaben des Rahmenkonzeptes. Auch die äußere Abgrenzung wurde überprüft und eine Erweiterung des Biosphärenreservates Rhön von ursprünglich ca. 132.000 ha auf knapp 185.000 ha vorgeschlagen.

Für die wichtigen Fachbereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fremdenverkehr, Siedlung, Wirtschaft und Verkehr wurden **Teilgutachten** erstellt und in das Rahmenkonzept eingearbeitet:

#### LANDWIRTSCHAFT

Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues,  
TU München-Weihenstephan  
Dr. habil. Alois Heißenhuber,  
Dipl.-Ing. agr. Herbert Hofmann

#### FORSTWIRTSCHAFT

Institut für Landnutzungsplanung und Naturschutz, Ludwig-Maximilians-Universität, München-Weihenstephan, Freising  
Prof. Dr. Ulrich Ammer,  
Dipl.-Ing. von Preen

#### FREMDENERKEHR, VERKEHR, WIRTSCHAFT

Gesellschaft für Forschung, Planung und Entwicklung (HLT), Wiesbaden  
Dr. Helga Jäger, Dipl.-Volkswirt Wolfgang Koch,

Dipl.-Ing. Volker Kliemt, Dr. Thomas Meyer,  
Dipl.-Volkswirt Klaus Willich-Michaelis

#### SIEDLUNGSWESEN

ARGE Regionalstruktur und Siedlungswesen,  
Weimar  
Prof. Dr. Gerold Kind,  
Dr.-Ing. Gotthard Heidenreich.

Das Rahmenkonzept wurde während der Bearbeitungsphase intensiv mit allen Gemeinden, Behörden und Verbänden abgestimmt. Die zahlreichen Bedenken und Anregungen während der dreistufigen Abstimmungsphase haben zu einem abgestimmten **Regionalkonzept** geführt, das Grundlage einer umweltgerechten Entwicklung der Rhön werden soll.

#### 4 Zonierung des Biosphärenreservates

Mit der Einteilung in drei unterschiedliche Zonen sollen, basierend auf den naturräumlichen Qualitäten, die vielfältigen Schutz- und Entwicklungsziele in einem räumlich differenzierten Konzept in Einklang gebracht werden (vgl. Abb. 4).

Die **Kernzone** soll sich ohne menschliche Eingriffe zu weitgehend natürlichen Ökosystemen entwickeln. Diese in der Rhön räumlich verteilten Flächen nehmen mit 2,7 % - 4.200 ha - des Biosphärenreservates nur geringe Anteile ein. Es wurden überwiegend naturnahe Laubwälder und Moore auf verschiedenen Standorttypen der Rhön ausgewählt. Damit stehen wissenschaftlich hochinteressante Vergleichsflächen einer vom Menschen gering beeinflussten Landschaft, eingebunden in ein weltweites Netz, zur Verfügung.

Der geringe Flächenanteil der Kernzone zeigt, daß dieser Aspekt bei der Zielkonzeption für die Rhön nicht die zentrale Rolle einnimmt. Vielmehr steht im Mittelpunkt des Rahmenkonzeptes die Frage nach der weiteren Erhaltung und Pflege der wertvollen **Offenlandschaften**.

Die **Pflegezone** umfaßt die für den Charakter und die Eigenart der Rhönlandschaft besonders bedeutsamen Offenlandschaften.

Es handelt sich um großflächige, zusammenhängende naturnahe Bereiche wie Hochheiden, Borstgrasrasen, magere Wiesen im Komplex mit naturnahen Wäldern. Deshalb kommt der Fortführung der traditionellen Landnutzung höchste Bedeutung zu. Durch den schwerpunktmäßigen Einsatz von Fördermitteln des Naturschutzes sollen Brache und Aufforstung möglichst vermieden werden. Daher sind in der Pflegezone modellhafte, zukunftsorientierte Landnutzungsformen zu entwickeln, die eine Weiterbewirtschaftung auf ökonomisch sinnvoller Basis unter den heutigen Rahmenbedingungen ermöglichen.

Aufgrund des hohen Flächenanteils der Pflegezone in der Rhön (36,4 %) wurde im Rahmenkonzept eine Zweiteilung vorgeschlagen.

Die **Pflegezone A** mit 7,8 % - 14.414 ha - beinhaltet die besonders empfindlichen und störungsarmen Hochlagen der Hohen Rhön um die Lange Rhön und das Rote Moor, den Höhenzug vom Roßberg zum Weidberg, die Schwarzen Berge sowie die Südhänge der Geba. In diesen Gebieten steht der Schutz der Landschaft und ihrer Pflanzen- und Tierwelt im Vordergrund. Ziele sind hier neben der Durchführung von Landschaftspflegemaßnahmen, die Besucherlenkung sowie die Freihaltung dieser störungsempfindlichen Großlandschaften von baulichen Anlagen und weiterer Erschließung.

Die **Pflegezone B** mit 28,7 % - 53.070 ha - umfaßt die sonstigen, für den Natur- und Lebensraum Rhön besonders charakteristischen Kulturlandschaften, sie ergänzt und vernetzt die Kernzone und die Pflegezone A. In der Pflegezone B soll zur Entlastung der Pflegezone A ein Schwerpunkt der landschaftsgebundenen, naturverträglichen Erholungsnutzung liegen. Eine Siedlungs- und Gewerbeentwicklung soll in dieser Zone unterbleiben.

Die **Entwicklungszone** bleibt der für die wirtschaftliche Entwicklung der Region wichtigste Bereich. Mit 58,16 % - 107.557 ha - hat sie den größten Anteil am Biosphärenreservat Rhön. Hier liegen die für die land- und forstwirtschaftliche Produktion günstigen Standorte, ebenso die Siedlungen und Gewerbegebiete. **Die Entwicklungszone stellt eine Modellregion dar, in der gezeigt werden soll, daß der Mensch die Biosphäre nutzen kann, ohne sie zu zerstören, nämlich umweltverträglich und nachhaltig.**

Von der Zielsetzung des Rahmenkonzeptes hat diese Zone die höchste Bedeutung. Die wichtigen Ziele des schonenden Umgangs mit den Ressourcen Boden, Wasser, Luft, Pflanzen- und Tierwelt sollen hier modellhaft umgesetzt werden.

#### 5 Ziele des Biosphärenreservates für die verschiedenen Bereiche

Die **Sicherung und Weiterentwicklung umweltschonender Nutzungen auf ganzer Fläche** ist das wichtigste Ziel im Biosphärenreservat mit der Förderung regionaler Kräfte in Landwirtschaft, Handwerk und Gewerbe, um Arbeitsplätze und Menschen auch weiter in der Region zu halten. Die folgende Gegenüberstellung von Leitbild und Zielen zu den bereits vier Jahren nach Beginn der Arbeit erreichten Ergebnissen zeigt die angestrebte starke Umsetzung.

1. Eine besondere Aufgabe hat die **Landwirtschaft**, da durch ihre extensive Nutzung auf den Grenzertragslagen der Rhön die außergewöhnlich hohe Artenvielfalt entstanden ist. Vergebliche Ansätze haben in der Vergangenheit versucht, die wirtschaftlichen Bedingungen für die Landwirtschaft auf der Hohen Rhön zu verbessern:

# Biosphärenreservat Rhön

Rahmenkonzept  
für Schutz, Pflege und Entwicklung

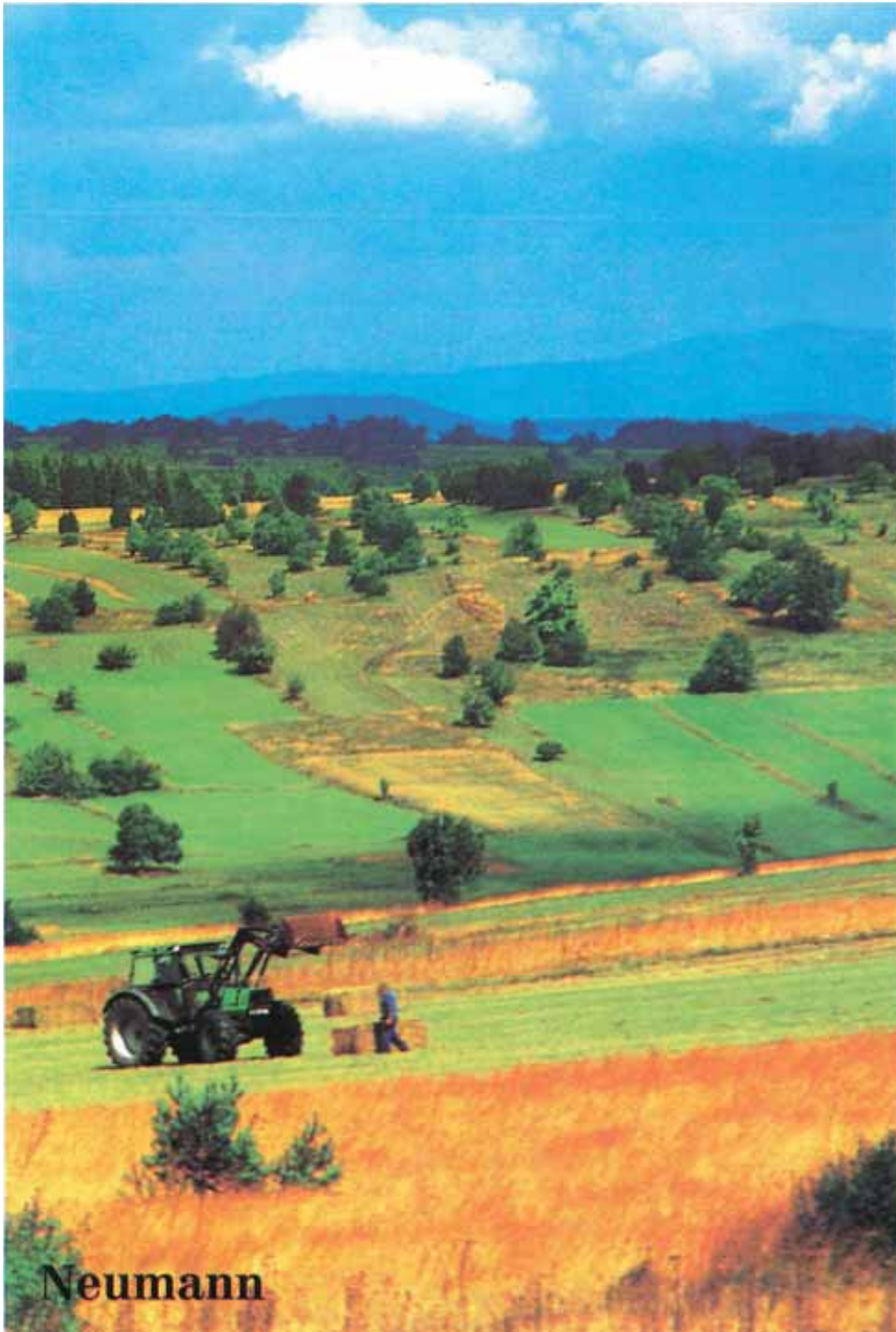


Abbildung 3

Deckel des im Neumann Verlag (Radebeul) 1995 veröffentlichten Buches; Bildautor des Titelbildes: Jürgen Holzhausen

# Biosphärenreservat Rhön

184.939 Hektar

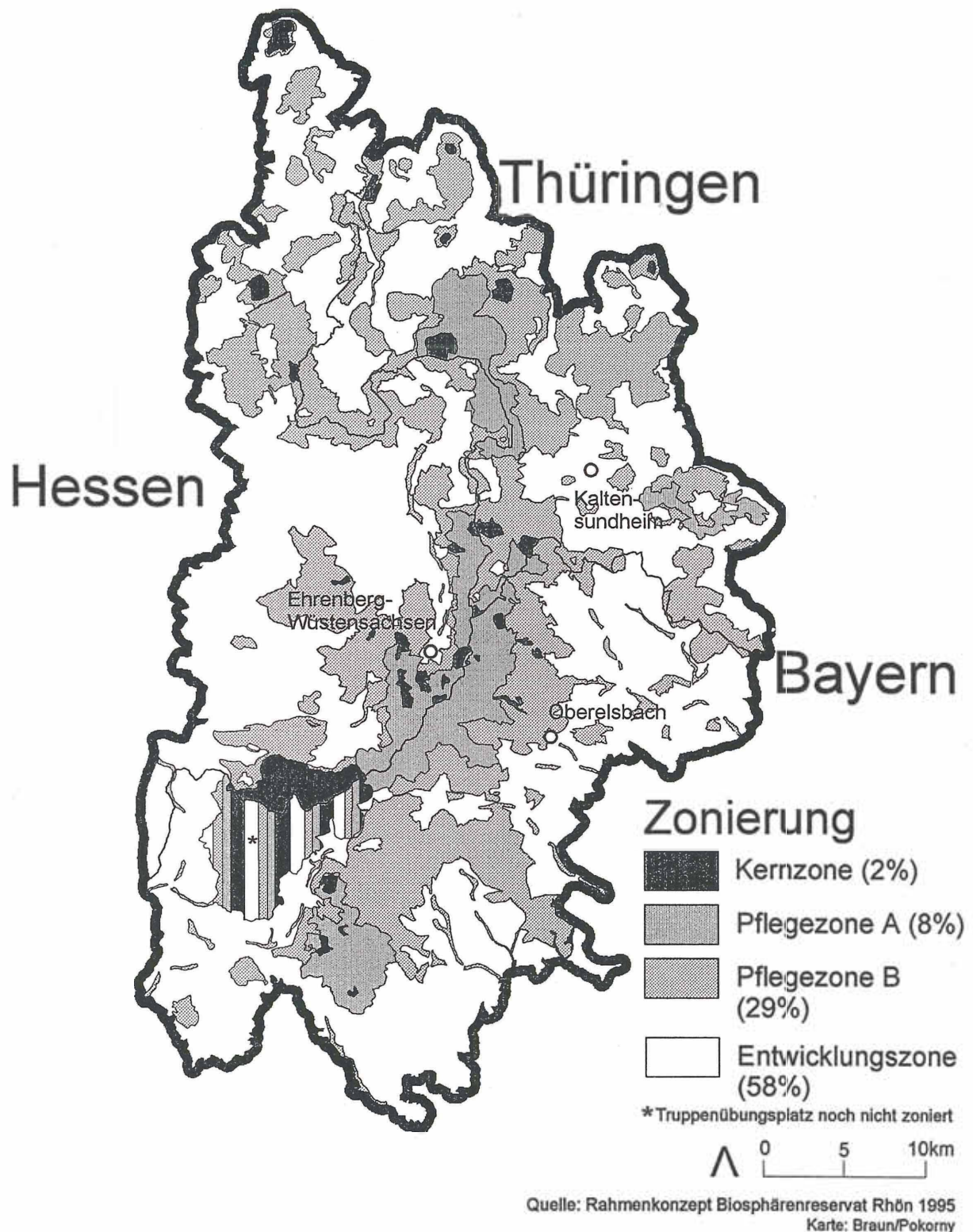


Abbildung 4

Zonierung des Biosphärenreservates Rhön



- Der berühmte Helmuthplan in den 40iger Jahren mit den rasterartigen Fichtenriegeln auf der Hohen Rhön,
- die Entsteinung großer Weideflächen durch die Flurbereinigung.

In den beiden großen Naturschutzgebieten Bayerns, der LANGEN RHÖN und den SCHWARZEN BERGEN liegen die Pflegepläne vor und werden in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft umgesetzt:

- Durchführung von Pflegeprogrammen mit Weiterführung der traditionellen Landnutzung, durch die landwirtschaftlichen Betriebe.
- Förderung regionaler Rassen bei Rindern, Schafen und Ziegen für diese angepasste Nutzung in großflächigen Weidebetrieben; damit Wiedereinführung regionaler Fleischgerichte in Gasthäusern und Hotels mit hoher Beliebtheit bei den Touristen: Sie suchen in der Rhön das Typische, nicht das überall gleiche Angebot.
- Förderung der Direktvermarktung für Fleisch, Wurst, Milch, Brot und Obst durch Zusammenfassung der Lieferung kleinerer Betriebe zu größeren Einheiten.
- Wiederherstellung der in der Vergangenheit fast vergessenen Wirtschaftskreisläufe in den Dörfern, Beispiel Rasdorf:
  - Das Getreide der Bauern wird von der wiedereröffneten Mühle gemahlen, das Mehl von den Bäckern im Ort verbacken und das Brot im Ort und in der Region verkauft.
  - Durch diese Direktvermarktung werden höhere Gewinne erzielt, es entfallen die großen Transportkosten, die unsere Umwelt belasten.
- Verwendung von Biomasse, wie Hackschnitzel, in der regionalen Energieerzeugung.
- Planungshilfen und Vorschläge für Ferien auf dem Bauernhof als wichtiger Nebenverdienst der Landwirtschaft.
- Reiterhöfe und Kutschenfahrten als zusätzliche Einkommen der Landwirte.
- Erhalt der bäuerlichen Traditionen: Feste, Gebäude, Ortsstrukturen.

2. In der **Forstwirtschaft** ist das Leitbild eines naturgemäßen Waldbaus auf ganzer Fläche unter Anwendung ökologischer Kriterien entwickelt. Es ist verbindlich für die Staatswaldflächen, im Privatwald müssen entsprechende Fördermittel gezahlt werden.

Bisher durchgeführte Maßnahmen:

- Umbau standortfremder Waldflächen in Mischbestände;
- Abholzung von Fichten-Reinbeständen, so der Helmuth-Streifen - Windschutzpflanzungen der Nazizeit - auf der Langen Rhön, die mit ihrem Raster die für viele Tierarten wichtigen offenen Weiden zerschnitten haben;

- Ausweisung eines Netzes von Naturwaldparzellen ohne jede Nutzung zur Beobachtung der natürlichen Waldentwicklung;
- Förderung des Holzabsatzes im regionalen Handwerk, bei der Anlage von Hackschnitzheizungen, von denen zwei Anlagen bereits mit Erfolg arbeiten;
- Förderung einheimischer Holzverarbeitender Betriebe - nachdem endlich das Holz als wertvoller Baustoff wieder erkannt wird.

3. Im **Fremdenverkehr** besteht Übereinstimmung, daß eine Entwicklung nur bei einer Sicherung der vielfältigen Landschaft möglich ist. So haben sich die Fremdenverkehrsverbände der drei Länder auf den großen Messen zusammengeschlossen und betreiben gemeinsam Werbung in dieser Richtung.

Neben der Entwicklung von Ferien auf dem Bauernhof - zum Teil nach dem Umbau nicht mehr benötigter Scheunen und Ställe zu Ferienwohnungen - liegt der Schwerpunkt im Aufbau kleiner und mittelgroßer Einheiten. Sie entstehen endlich auch in Thüringen und lassen dort hoffentlich bald wieder die Qualität entstehen, die vor dem 2. Weltkrieg gerade die Thüringische Rhön auszeichnete.

Die Vermittlung von Informationen über die Landschaft, die Pflanzen- und Tierwelt in der Rhön ist eine wichtige Voraussetzung, um das Verhalten der Erholungssuchenden in der Landschaft zu verbessern und ihre Verantwortung für die Umwelt zu stärken.

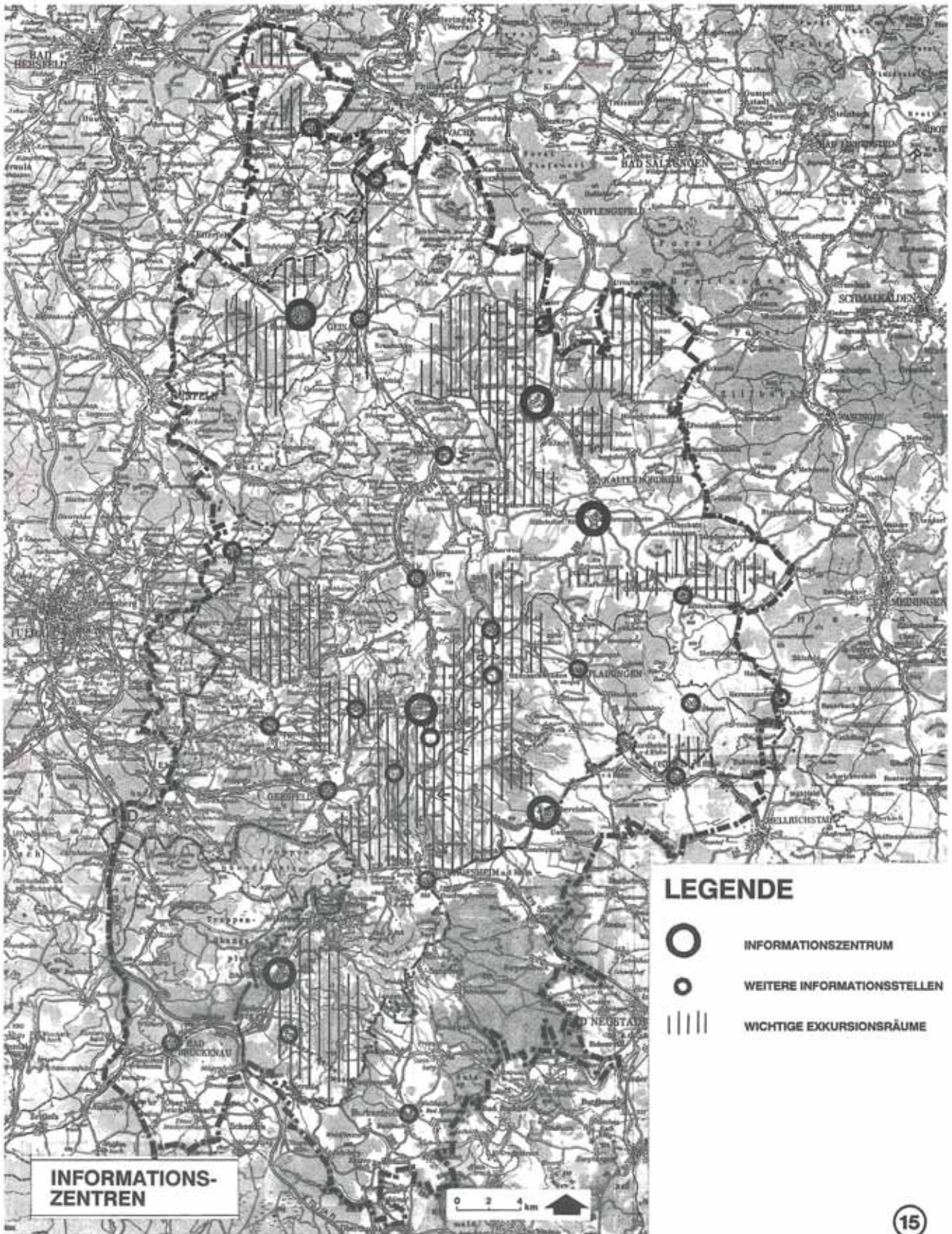
Eine besonders wichtige Gruppe in der Rhön sind die mit über 30 Anlagen vertretenen Schullandheime, Jugendherbergen und Bildungsstätten. Sie nutzen z. T. in 1- bis 2-wöchigen Seminaren und Lehrgängen das reiche Angebot der Informationen über die Pflanzen- und Tierwelt, die Geologie, das reiche kulturelle Erbe.

#### 4. Bevölkerung und Wirtschaft

Zur Entwicklung der Rhön als stabile Region soll eine ausgeglichene Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung gesichert werden. Die Wirtschaftstätigkeit soll durch **Aktivierung der endogenen regionalen Potentiale** gesteigert werden. Dabei sind vor allem Wirtschaftsformen und Produkte mit schonender Nutzung der natürlichen Potentiale zu unterstützen.

Im Wirtschaftsbereich laufen folgende Maßnahmen an:

- Qualifizierung der Arbeitskräfte in der Region durch regionale Weiterbildungstätigkeit;
- Informations- und Kontaktvermittlung sowie Beratung von kleinen und mittleren Unternehmen, z.B. zur gemeinsamen Vermarktung regionaler Produkte;
- Aufbau ökologischer Gewerbeeinheiten,
  - Molkerei - Verarbeitung der gesunden Milch aus der Region zu wertvollen Milch- und Käseprodukten,



## RAHMENKONZEPT BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN

PLANUNGSBÜRO GREBE, LANDSCHAFTS- + ORTSPLANUNG, NÜRNBERG

Abbildung 5

Verteilung der Informationszentren im Biosphärenreservat Rhön (aus: Biosphärenreservat Rhön - Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung; Neumann Verlag, Radebeul 1995)

- Brauerei - Nutzung des hervorragenden Wassers,
- Großbäckerei - Getreidenutzung,
- Obstsäfte u. a.;
- Förderung holzverarbeitender Betriebe von Möbeln bis zum Hausbau
  - Schnitzerschulen, auch für den Fremdenverkehr;
- Organisationsmodelle für den Zusammenschluß kleiner Betriebe und ihren Einsatz in den nahen Städten;
- Sicherung aussterbender Handwerker wie Holzschnitzer, Töpfer u. a.

5. In der **Siedlungsentwicklung und im Bauwesen** steht die Förderung energie- und rohstoffsparender Konzepte mit dem Einsatz umweltfreundlicher Rohstoffe - wie Holz - im Mittelpunkt. In der Rhön ist die Sicherung der noch zahlreich vorhandenen Ortskerne mit ihrer historischen Bebauung eine besonders wichtige Aufgabe. Für die zahlreichen Dörfer in Thüringen mit ihrer trotz 40-jähriger Grenzlage noch erhaltenen sehr wertvollen Baukultur sollten zusätzliche Mittel bereitgestellt werden.

Vorbildlich ist die Zusammenstellung rhöntypischer Bauformen in einer Untersuchung des Deutschen Zentrums für Handwerk in Fulda. Auf dieser Grundlage sollen die örtlichen Handwerker angeleitet werden, um die kulturgeschichtlich wichtige Bausubstanz für die Zukunft zu erhalten.

Die Ausweisung von Bauflächen sollte auf zentrale Orte mit ausreichender Infrastruktur konzentriert werden. Diese für Teilbereiche weiter differenzierten Ziele müssen in einer engen Zusammenarbeit zwischen Flächennutzungs- und Landschaftsplanung umgesetzt werden.

6. Im **Verkehr** sollen im Biosphärenreservat beispielhafte Lösungen gefunden werden, besonders durch eine stärkere Förderung des öffentlichen Nahverkehrs. So ist die fast schon aufgegebene Bahnlinie Fulda - Gersfeld mit über 1 Mio. DM aus Mitteln des Biosphärenreservates modernisiert. Von ihrem Endpunkt in Gersfeld entwickelt sich ein Netz von Buslinien in die Rhön. Auch andere Bahnlinien - wie die Felda-Bahn, die Sinnatal-Bahn - sollen erhalten und von den Regionen im Rahmen neuer Konzepte übernommen werden.

Im Straßenbau stehen die Nutzung des vorhandenen Netzes und ein maßvoller Ausbau im Vordergrund, zumal in Bayern und Hessen in der Grenzlage eine hohe Erschließungsqualität gegeben war. Freilich müssen hier auch neue Verkehrsverbindungen in der Ost-West-Relation geschaffen werden. Das Rahmenkonzept hat verträgliche Trassenkoridore entwickelt, die in die laufenden Untersuchungen einbezogen wurden.

Alle Landkreise in der Rhön haben zusammenhängende **Radwegenetze** entwickelt, um die Besucher in der Rhön möglichst mit umweltfreundlichen Verkehrsmitteln in die Landschaft zu führen, ihre Ver-

netzung mit Bahn und Bushaltestellen ist erforderlich.

7. Bei der hohen Qualität des Landschaftsraumes spielen **Umweltbildung und Information** eine große Rolle

- mit zahlreichen geführten Exkursionen über die Vielfalt der Geologie, der Vegetation und Tierwelt, die Zusammenhänge von Kulturlandschaft und Nutzung.

Wie ausgeführt, liegen hier wichtige Zusammenhänge mit dem in den letzten Jahren angewachsenen Fremdenverkehr, da die Urlauber gerade diese Informationen suchen.

Durch den Ausbau mehrerer **Informationszentren**, die Einbeziehung der in der Rhön bereits vorhandenen Museen sollen diese Angebote in den nächsten Jahren verbessert werden (vgl. Abb. 5).

8. Voraussetzung dieser Information ist schließlich die **Forschung**: Erst aus dem Wissen um die Vorgänge im Natur- und Landschaftsraum entsteht eine besondere Verantwortung und daraus die Verpflichtung, diesen Raum in seiner hohen Vielfalt auch zukünftig zu sichern.

Das von den 3 Verwaltungsstellen jetzt erarbeitete Forschungskonzept - mit dem Schwerpunkt Grünland angesichts der in der Rhön weit verbreiteten Grünlandgesellschaften - sieht die Erforschung der umfangreichen Wiesengesellschaften, der Trockenrasen, der hervorragenden Wasserläufe als Schwerpunktaufgabe vor.

Bereits heute liegen zahlreiche Diplom- und Doktorarbeiten für diesen Raum vor, mehrere Hochschulen besuchen mit Studentengruppen regelmäßig die Rhön und tragen mit ihren Seminararbeiten wesentlich zur Steigerung der Informationen über diesen Raum bei.

Die hohe **Landschaftsqualität der Kulturlandschaft Rhön** mit ihrer einmaligen Artenfülle der Pflanzen- und Tierwelt soll auch weiter als Lebensraum für die über 100.000 Einwohner in diesem Raum gesichert werden. Da die Europäische Union das vorliegende Konzept für die Sicherung der Kulturlandschaft als besonders vorbildlich in der Zusammenarbeit aller regionaler Gruppen bezeichnet hat, gehen wir davon aus, daß die zum Aufbau der genannten Strukturen notwendigen Fördermittel in den ersten Jahren weiter zur Verfügung stehen. Alle Maßnahmen zielen darauf hin, daß diese Landschaft nicht weiter am Tropf hängt, sondern daß sich eigenständige Qualitäten entwickeln in der gegenseitigen Vernetzung und Nutzung der wertvollen Strukturen dieses Raumes.

## Literatur

ALBRECHT, L. (1990):  
 Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. - Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten gemeins.

- mit dem Lehrstuhl f. Landschaftstechnik (Hrsg.): Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern, Band 1.
- BOHN, U. (1981):  
Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland M 1:200.000 - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 5518 Fulda. - Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 15, Bonn-Bad Godesberg.
- DEHLER, J. (1991):  
Biosphärenreservat Rhön, Chancen für eine natur- und menschengerechte Regionalentwicklung. - Frankfurt.
- DEUTSCHER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1990):  
Kurzfassung des Sondergutachtens Allgemeine Ökologische Umweltbeobachtung. - Hrsg.: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE & DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION (Hrsg.) (1993):  
Der deutsche Beitrag zum UNESCO-Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (MAB) im Zeitraum Juni 1990 bis Juni 1992, Bonn.
- DIETZ, GREBE & QUENTIN (1986):  
Einrichtungsplan Naturpark Bayerische Rhön. - Bad Neustadt/Saale.
- GREBE, R. & GEIER, M. (1988):  
Pflege- und Entwicklungsplan Lange Rhön. - Planungsbüro Grebe, Nürnberg.
- GÖRNER et al. (1985):  
Handbuch der Naturschutzgebiete der Deutschen Demokratischen Republik. - Halle/Saale.
- GUNZELMANN (1988):  
Die Erhaltung der historischen Kulturlandschaft. - Bamberg.
- HABER, W. (1990):  
Ökosystem-Forschung Berchtesgaden. - TU München-Weihenstephan, Berlin.
- IVL & GREBE (1993):  
Pflegeplan Naturschutzgebiet Schwarze Berge. - Röttenbach.
- KUDRNA, O. (1986):  
Erfassung der Tagfalterfauna des Naturschutzgebietes Lange Rhön und angrenzender Gebiete. - Naturwissenschaftlicher Verein, Würzburg.
- LEIPOLD & FISCHER (1986):  
Erhebung botanischer und faunistischer Daten im Naturschutzgebiet Lange Rhön. - Naturwissenschaftlicher Verein, Würzburg.
- MÜLLER, D. & WEIDENHAMMER, S. (1991):  
Methodik zur Operationalisierung von Leitlinien zu Schutz, Pflege und Entwicklung für Biosphärenreservate am Beispiel des Biosphärenreservates Rhön. - Diplomarbeit am Lehrstuhl für Landschaftsökologie TU München-Weihenstephan.
- REINFELD, U. (1977):  
Landschaftsentwicklungsplan Naturpark Hessische Rhön. - Institut für Naturschutz, Darmstadt.
- RINGLER, A. (1990):  
Die Vereinigung als Chance für den deutschen Naturschutz. - Alpeninstitut, München.
- RÖLL, W. (1969):  
Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 126, Fulda. - Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn-Bad Godesberg.
- SPITZER, H. (1992):  
Raumnutzungskonzeption für regionsspezifische Planung - Das Beispiel der Rhön. - Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Stuttgart.
- WARZECHA (1991):  
Konzeption einer naturschonenden Weidewirtschaft und Tierhaltung im BR-Rhön/Thüringen. - In: Rahmenkonzept BR-Rhön, II. Zwischenbericht.

**Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dipl.-Ing. Reinhard Grebe  
Landschaftsarchitekt BDLA  
Lange Zeile 8  
D-90419 Nürnberg

