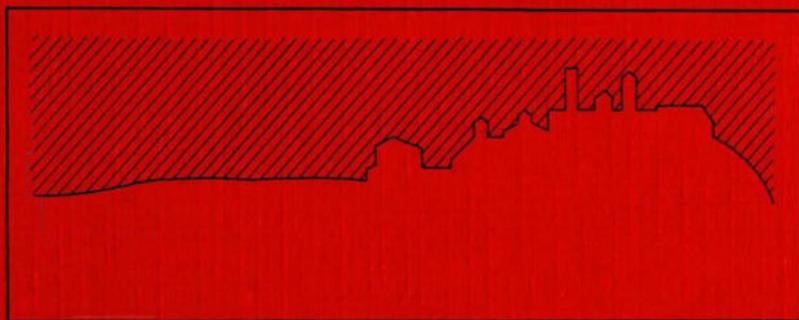


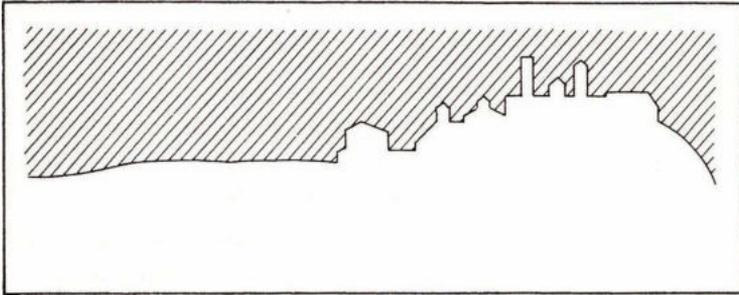
Exkursionsführer

zur 46. Jahrestagung der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft
vom 12. - 15. Juli 1996
in Freising-Weihenstephan
herausgegeben
von Jörg Pfadenhauer und Harald Albrecht



Exkursionsführer

zur 46. Jahrestagung der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft
vom 12. - 15. Juli 1996
in Freising-Weihenstephan
herausgegeben
von Jörg Pfadenhauer und Harald Albrecht



Freising - Weihenstephan 1996

Umschlag: Silhouette des Weihenstephaner Berges

Der Text enthält Reproduktionen aus Topographischen Karten des Bayerischen Landesvermessungsamtes München.

Kartengrundlagen:

Bezeichnung	Maßstab	Blattnr.	Seite im Text
Topographische Karte Garmisch-Partenkirchen	1:50.000	L 8532	42, 78
Topographische Karte Dachau	1:50.000	L 7734	64
Topographische Karte Weilheim	1:50.000	L 8132	74
Topographische Karte Iffeldorf	1:50.000	8233	118
Topographische Karte Kochel a. See	1:50.000	8334	121
Topographische Karte Neuburg a.D.	1:50.000	7233	181
Topographische Karte Pfarrkirchen	1:100.000	7542	205

Wiedergabe mit Genehmigung des Bayerischen Landesvermessungsamtes München, Nummer 3445/96.

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft:

Exkursionsführer zur 46. Jahrestagung der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft : vom 12. - 15. Juli 1996 in Freising-Weihenstephan / hrsg. von Jörg Pfadenhauer und Harald Albrecht. - Eching : IHW-Verl., 1996

ISBN 3-930167-19-0

NE: Pfadenhauer, Jörg [Hrsg.]; HST

© 1996

IHW-Verlag, Eching bei München

Omnia porprietatis iura reservantur et vindicantur

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-930167-19-0

Druck: Dissertationsdruck Darmstadt GmbH
Gagernstr. 10-12, D - 64283 Darmstadt

Bezug: IHW-Verlag & Verlagsbuchhandlung
Postfach 1119, D - 85378 Eching

Inhalt

	Seite
Inhalt	1
Vorwort	3
Tagungsablauf	5
Exkursionsprogramm	6
Exkursionsbetreuer	8
Allgemeine Informationen zum Exkursionsgebiet	11
Exkursion A: Vegetation des Alpenrandes zwischen Murnau und Garmisch-Partenkirchen	31
Exkursion B: Vegetation voralpiner Grasheiden, ihre Pflege und Neuentwicklung	63
Exkursion C/D, 1. Teil: Vegetationsabfolge in voralpinen Flußlandschaften und ihre anthropogene Veränderung	89
Exkursion C/D, 2. Teil: Besuch der Limnologischen Station der TU München in Iffeldorf	107
Exkursion E: Montane und hochmontane Wälder und ihre Abfolge am nördlichen Alpenrand bei Benediktbeuern und Kochel	119
Exkursion F: Regenmoore in Südostbayern: Zustand, Erhaltung, Renaturierung und Regeneration	137
Exkursion G, 1. Teil: Donaumoos	161
Exkursion G, 2. Teil: Die Donauniederung zwischen Neuburg und Ingolstadt: Sequenz der Auenvvegetation	179
Exkursion H: Auenvvegetation und Auendynamik an der unteren Isar und im Isarmündungsgebiet	193
Exkursion I/K: Vegetation südbayerischer Ackerbaulandschaften: Die Versuchs- station des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München (FAM) in Scheyern/Tertiärhügelland im Vergleich zur traditionell genutzten Feldflur bei Titting in der südlichen Frankenalb	209
Exkursion L: Alpine und subalpine Vegetation der Kalkvoralpen (Karwendel)	229
Exkursion M: Buntreitgras-Kiefernwälder im Werdenfelser Land	245

Vorwort

Die 46. Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft wird 1996 an einer universitären Stätte durchgeführt, die für ihre anwendungsorientierte ökologische Forschung bekannt ist. Die Technische Universität München (TUM) hat mit der Errichtung der Lehrstühle für Landschaftsökologie (seit 1966), für Vegetationsökologie (seit 1993), für Bodenökologie (seit 1996 in Personalunion mit dem Leiter des Instituts für Bodenökologie an der GSF-Forschungsgesellschaft für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg), der Lehrinheit Limnologie (seit 1995 an der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, mit einer Forschungsstation in Iffeldorf) sowie dem Beschluß zur Neuerrichtung eines Lehrstuhls für Tierökologie (derzeit ausgeschrieben) ein Ökologiezentrum geschaffen, das klassische und moderne Methoden der ökologisch arbeitenden Disziplinen verbindet. Mit der Übersiedlung der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) nach Weihenstephan im Jahr 1993 wurden ökologische Lehre und Forschung (durch die Tätigkeit des Lehrstuhls für Landnutzungsplanung und Naturschutz sowie der Lehrinheit Geobotanik) weiter verstärkt.

Eine umfangreiche ökologische Ausbildung gibt es somit in den Studiengängen Landespflege (TUM), Agrarwissenschaften (TUM; vor allem Vertiefungsrichtung V Landbewirtschaftung und Umwelt), Gartenbauwissenschaften (TUM; Vegetations- und Bodenökologie), Biologie (TUM; Hauptfach Angewandte Ökologie, Nebenfächer Angewandte Botanik, Biologie aquatischer Lebensräume, Tierökologie und Verhalten, Landschaftsentwicklung u. a.) und Forstwissenschaften (LMU). Die Verbindung unterschiedlicher Studiengänge durch Gemeinsamkeiten in der ökologischen Ausbildung bietet die Chance, fachübergreifendes Denken zu vermitteln. Dies geschieht beispielsweise durch gemeinsame Projektarbeiten und Praktika, in denen Studenten verschiedener Studiengänge eingebunden sind. In der Forschung ist v. a. der auf einer Kooperation von TUM und GSF beruhende Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) zu nennen, der mit seiner 150 ha großen Versuchsstation Klosterergut Scheyern (ca. 30 km nordwestlich von Freising) die Veränderung von ökosystemaren Prozessen nach Einrichtung heute als umweltschonend verstandener Bewirtschaftungsweisen in einer 15-jährigen Langzeitstudie untersucht. Der FAM ist neben Bayreuth, Göttingen und Kiel eines von vier Ökosystemforschungszentren, die vom Bundesministerium für Bildung, Wissen-

schaft, Forschung und Technologie gefördert werden. Weitere Forschungsarbeiten sind z. B. Renaturierungs- und Moorökologie, Populationsbiologie von Wildpflanzen, Vegetation südbayerischer Wälder, Landschaftsplanung und Naturschutz, Ökologie aquatischer Lebensräume, Agrarökologie, Theoretische Ökologie u. v. m.

Die Exkursionen, die im Rahmen der Tagung angeboten werden, sollen also nicht nur charakteristische Landschaftsausschnitte des südbayerischen Raums zwischen Donau und Kalkhochalpen und ihre Vegetation präsentieren, sondern auch Aspekte dieser Angewandten ökologischen Forschung, soweit sie vegetationsökologischen Inhalt haben. Ich denke, daß dies vor allem viele jüngere Mitglieder der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft interessieren dürfte.

Ich möchte an dieser Stelle allen Kolleginnen und Kollegen, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern danken, die in vielfältiger Form und unter hohem Einsatz zum Zustandekommen dieser Tagung beigetragen haben, allen voran denjenigen, die sich bereit erklärt haben, bei der Gestaltung und Durchführung der Exkursionen mitzuwirken und sich damit der Mühe unterziehen mußten, einen Text in dem vorliegenden Exkursionsführer zu verfassen. Sie sind namentlich auf den Seiten 7 und 8 aufgeführt. Herr Dr. Albrecht hat sich der Aufgabe unterzogen, den Exkursionsführer zu redigieren. Meine technischen Mitarbeiterinnen Frau Charlotte Tork, Frau Ingrid Kapps und Frau Heidemarie Pellmaier haben bei der Organisation mitgewirkt. Ihnen allen schulde ich großen Dank.

Allen Teilnehmern wünsche ich, daß sie fachlich anregende und diskussionsreiche und eindrucksvolle Tage in Freising und den südbayerischen Landschaften erleben können.

Juni 1996

Jörg Pfadenhauer

Tagungsablauf

Freitag, 12.07.96

Tagungsbüro ab 10.00 Uhr im Foyer der des Zentralen Hörsaalgebäudes der TU München in Freising-Weihenstephan.

14.15 Uhr Einführung in die Exkursionen.

16.15 Uhr Ordentliche Jahreshauptversammlung.

17.30 Uhr Alternative Führungen (Genauere Informationen am Tagungsbüro):

- * Freisinger Dom und Dombibliothek (neben Salzburg und Regensburg ältester Bischofsitz des bajuvarischen Siedlungsraums; berühmte Krypta)
- * Diözesanmuseum auf dem Domberg
- * Staudensichtungsgarten der Fachhochschule Weihenstephan (über die Landesgrenzen hinaus bekannt durch sein umfangreiches Beet- und Wildstaudensortiment und die vorbildliche Anlage)
- * Hofgarten, Buchgarten, Overdieckgarten (Gartenanlage auf dem Weihenstephaner Berg)
- * Schaugarten (ein Schmankerl für Hobbygärtner).

ab 19.00 Uhr Gemütliches Zusammensein im Korbinianskeller des Weihenstephaner Bräustüberls.

Samstag/Sonntag, 13./14.07.96

Exkursionen (Programm s. folgende Seiten):

- Abfahrt 7.30 Uhr am Bahnhof Freising
(Parkmöglichkeit am Park & Ride-Platz auf der Bahnhof-Ostseite).
- Rückkunft nicht vor 20.00 Uhr (lange Fahrtstrecken).

Auf Anfrage: Zustiegmöglichkeit bei den Exkursionen A, C, D, E in München, Donnersberger Brücke (Westseite).

Für die Exkursionen A und F sind Gummistiefel zu empfehlen.

Montag, 15.07.96

Abfahrt der Busse um ~~08.00~~^{7.30} Uhr am Bahnhof Freising
(auf Anfrage Zustiegmöglichkeit in München, Donnersberger Brücke, Westseite).

Rückkehr voraussichtlich ca. 21.00 Uhr (Hauptbahnhof München).

Für die Exkursion L: Bergstiefel unbedingt erforderlich (hochalpines Gelände); die Mitnahme von warmer Kleidung wird empfohlen.

Für alle Exkursionen ist Tagesverpflegung mitzunehmen!

Exkursionsprogramm

- Samstag, 13.07.96** Exkursion **A:** Vegetation des Alpenrandes zwischen Murnau und Garmisch-Partenkirchen (Moorwälder, Niedermoore, Bergmischwälder. Pioniervegetation auf Muren). Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf die Vegetation im Oberen Loisachtal.
- Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dr. W. Braun,
Dipl.-Ing. N. Kühn, Dipl.-Ing. A. Wagner*
- Exkursion B: Vegetation voralpiner Grasheiden, ihre Pflege und Neuentwicklung: NSG Garching Haide und Umgebung, Hirschberg bei Pähl, Buckelwiesen bei Mittenwald.
- PD Dr. D. Maas, Dipl.-Ing. U. Miller,
Dipl.-Biol. B. Quinger, Dipl.-Ing. K. Wiesinger*
- Exkursion C: Vegetationsabfolge in voralpinen Flußlandschaften und ihre anthropogene Veränderung (NSG Ascholding Au bei Wolfratshausen); Vegetation der Osterseen Gruppe und Besuch der limnologischen Station Iffeldorf.
- Prof. Dr. A. Otte, Prof. Dr. P. Seibert,
Prof. Dr. A. Melzer*
- Exkursion D: Wie C, in umgekehrter Reihenfolge.
- Exkursion E. Montane und hochmontane Wälder und ihre Abfolge am nördlichen Alpenrand bei Benediktbeuern und Kochel.
- Prof. Dr. A. Fischer, Dr. Cl. Abs,
Dipl.-Biol. J. Ewald*
- Sonntag, 14.07.96** Exkursion **F:** Regenmoore in Südostbayern: Zustand, Erhaltung, Renaturierung/Regeneration (Kendlmühlfilzen, Wieninger Filz) und Vegetation der Auen der Tiroler Ache nördlich des Chiemsees.
- Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dipl.-Ing. J. Sliva,
Dipl.-Ing. C. Siuda*

Exkursion G: Die Donauniederung zwischen Neuburg und Ingolstadt: Sequenz der Auenvegetation (Hartholz-, Weichholzaue, Brennen, Altwässer); Landschaftsentwicklung und Renaturierungsmaßnahmen im Donaumoos.

*Prof. Dr. A. Otte, Prof. Dr. P. Seibert,
Dipl.-Ing. U. Wild, Dipl.-Biol. A. Patzelt*

Exkursion H: Auenvegetation und Auendynamik (natürlich/anthropogen) an der Unteren Isar und im Isarmündungsgebiet: Wasserbauliche Maßnahmen und Naturschutz; Ökologisches Beweissicherungsverfahren.

PD Dr. D. Maas, Dr. P. Jürging, Dr. W. Braun

Exkursion I: Vegetation südbayerischer Ackerbau Landschaften. Die Versuchsstation des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München (FAM) in Scheyern/ Tertiärhügelland im Vergleich zur traditionell genutzten Feldflur bei Titting in der südlichen Frankenalb.

*Dr. H. Albrecht, Dipl.-Ing. G. Anderlik-Wesinger,
Dipl.-Ing. M. Kainz, Dipl.-Ing. A. Mattheis*

Exkursion K: Wie I, in umgekehrter Reihenfolge.

Montag, 15. 07.96

Exkursion L: Alpine und subalpine Vegetation der Kalkhochalpen: Abstieg von der westlichen Karwendelspitze über das Dammkar nach Mittenwald. Trittsicherheit und Ausdauer erforderlich. Bergstiefel obligatorisch.

Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dipl.-Ing. A. Saitner

Exkursion M: Schneeheide-Kiefernwälder in der Umgebung von Garmisch-Partenkirchen.

Dr. N. Hölzel, Prof. Dr. A. Fischer

Exkursionsbetreuung

Name	Anschrift / Institut (vgl. S. 8)	Exkursion
Abs, Dr. Clemens	1	E
<u>Albrecht</u> , Dr. Harald	2	I / K
Anderlik-Wesinger, Dipl.-Ing. Gabriele	2	I / K
<u>Braun</u> , Dr. Wolfgang	3	A
<u>Ewald</u> , Dipl.-Biol. Jörg	1	E
<u>Fischer</u> , Prof., Dr. Anton	1	E, M
Hölzel, Dr. Norbert	4	M
Jürging, Dr. Peter	5	G
Kainz, Dipl.-Ing. Max	6	I / K
<u>Kühn</u> , Dipl.-Ing. Norbert	2	A
Maas, Dr. habil. Dieter	2	B, G
Mattheis, Dipl.-Ing. Anna	2	I / K
Melzer, Prof. Dr. Arnulf	7	C / D
Miller, Dipl.-Ing. Ulrich	2	B
<u>Otte</u> , Prof. Dr. Dr. Annette	4	G, C / D
Patzelt, Dipl.-Biol. Annette	2	F
<u>Pfadenhauer</u> , Prof. Dr. Jörg	2	A, E, L
Quinger, Dipl.-Ing. Burkhard	8	B
Räder, Dr. Uta	7	C / D
<u>Saitner</u> , Dipl.-Ing. Annette	9	L
Seibert, em. Prof. Dr. Paul	10	G, C / D
<u>Siuda</u> , Dipl.-Ing. Cornelia	11	F
Sliva, Dipl.-Ing. Jan	2	E
<u>Wagner</u> , Dipl.-Ing. Alfred	12	A
<u>Wagner</u> , Dipl.-Ing. Ingrid	12	A
Wiesinger, Dipl.-Ing. Klaus	2	B
Wild, Dipl.-Ing. Ulrich	2	F

Postanschriften Exkursionsbetreuer:

- 1 Lehrbereich Geobotanik, Forstwissenschaftliche Fakultät,
Ludwig-Maximilian- Universität, 85350 Freising-Weihenstephan
- 2 Lehrstuhl für Vegetationsökologie,
Technischen Universität München-Weihenstephan, 85350 Freising
- 3 Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,
Menzingerstr. 54, 80638 München
- 4 Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung,
Justus-Liebig-Universität Gießen, Schloßgasse 7, 35390 Gießen
- 5 Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft,
Leonrodstr. 68, 80636 München
- 6 FAM - Versuchsstation Scheyern - Klostersgut Scheyern,
Prielhof 1, 85298 Scheyern
- 7 Limnologische Station der Technische Universität München,
Hofmark 3, 82393 Iffeldorf
- 8 Ifo - Plan; Leopoldstraße 45, 80802 München
- 9 Forsterstr. 116a, 82380 Peißenberg
- 10 Höslstr. 9, 81927 München
- 11 Planungsbüro Siuda, Lochhammerstr. 23, 82166 Gräfelfing
- 12 Ingenieurbüro für Vegetationskunde und Landschaftsökologie,
Kappelweg 1, 82497 Unterammergau

Allgemeine Informationen

zum Exkursionsgebiet

Naturräumliche Gliederung

01	NÖRDLICHE KALKHOCHALPEN	11	FRÄNKISCHES KEUPER-LIAS-LAND
010	Hinterer Bregenzer Wald	110	Vorland der südlichen Frankenalb
012	Obersdorfer Becken	110	Vorland der mittleren Frankenalb
013	Wettersteingebirge	112	Vorland der nördlichen Frankenalb
014	Karwendelgebirge	113	Mittelfränkisches Becken
015	Loferer u. Leoganger Alpen	114	Frankenhöhe
016	Berchtesgadener Alpen	115	Steigerwald
		116	Haßberge
		117	Itz-Baunach-Hügelland
02	SCHWÄB.-OBERBAY. VORALPEN	12	GÄUPLATTEN IM NECKAR- UND TAUBERLAND
020	Vorderer Bregenzer Wald	127	Hohenloher und Haller Ebene
021	Vilsler Gebirge	129	Tauberland
022	Ammergebirge		
023	Niederwerdenfelser Land	13	MAINFRÄNKISCHE PLATTEN
024	Kocheler Berge	130	Ochsenfurter und Gollachgau
025	Mangfallgebirge	131	Windsheimer Bucht
026	Kufsteiner Becken	132	Marktheidenfelder Platte
027	Chiemgauer Alpen	133	Mittleres Maintal
		134	Gäuplatten im Maindreieck
		135	Wern-Lauer-Platte
		136	Schweinfurter Becken
		137	Steigerwaldvorland
		138	Grabfeldgau
		139	Hesselbacher Waldland
03	VORALP. HÜGEL- UND MOORLAND	14	ODENWALD, SPESSART UND SÜDRHÖN
031	Bodenseebecken	140	Südrhön
033	Westallgäuer Hügelland	141	Sandsteinspessart
034	Adelegg	142	Vorderer Spessart
035	Iller-Vorberge	144	Sandsteinodenwald
036	Lech-Vorberge		
037	Ammer-Loisach-Hügelland	23	RHEIN-MAIN TIEFLAND
038	Inn-Chiemsee-Hügelland	231	Rheinheimer Hügelland
039	Salzach-Hügelland	232	Untermainebene
		233	Ronneburger Hügelland
04	DONAU-ILLER-LECH-PLATTEN	35	OSTHESSISCHES BERGLAND
041	Riß-Aitrach-Platten	353	Vorder- und Kuppenhön (mit Landrücken)
044	Unteres Illertal	354	Lange Rhön
045	Donauried		
046	Iller-Lech-Schotterplatten	39	THÜRINGISCH-FRÄNKISCHES MITTELGEBIRGE
047	Lech-Wertach-Ebenen	390	Südliches Vorland des Thüringer Waldes
048	Aindlinger Terrassentreppe	392	Nordwestl. Frankenalb (Thür. Schiefergeb.)
05	INN-ISAR-SCHOTTERPLATTEN	393	Münchberger Hochfläche
050	Fürstenfeldbrucker Hügelland	394	Hohes Fichtelgebirge
051	Münchner Ebene	395	Selb- Wunsiedler Hochfläche
052	Isen-Sempt-Hügelland	356	Naab-Wondreb-Senke
053	Alzplatte		
054	Unteres Inntal	40	OBERPÄLZER UND BAYERISCHER WALD
06	UNTERBAYERISCHES HÜGELLAND	400	Hinterer Oberpfälzer Wald
060	Isar-Inn-Hügelland	401	Vorderer Oberpfälzer Wald
061	Unteres Isartal	402	Cham-Further Senke
062	Donau-Isar-Hügelland	403	Hinterer Bayerischer Wald
063	Donaumoos	404	Regenssenke
064	Dungau	405	Vorderer Bayerischer Wald
07	OBERPÄLZISCH-OBERMAINISCHES HÜGELLAND	406	Falkensteiner Vorwald
070	Oberpfälzisches Hügelland	407	Lallinger Winkel
071	Obermainisches Hügelland	408	Passauer Abteiland und Neuburger Wald
08	FRÄNKISCHE ALB (FRANKENALB)	409	Wegscheider Hochfläche
080	Nördliche Frankenalb		
081	Mittlere Frankenalb	41	VOGTLAND
082	Südliche Frankenalb	411	Mittelvogtländisches Kuppenland
08	SCHWÄBISCHE ALB (SCHWABENALB)		
096	Albuch und Härtsfeld		
097	Lonetal-Flächenalb (Niedere Alb)		
098	Riesalb		
10	SCHWÄBISCHES KEUPER-LIAS-LAND		
102	Vorland der östlichen schwäbischen Alb		
103	Ries		

Naturräumliche Gliederung



Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1994), verändert.

Geologie

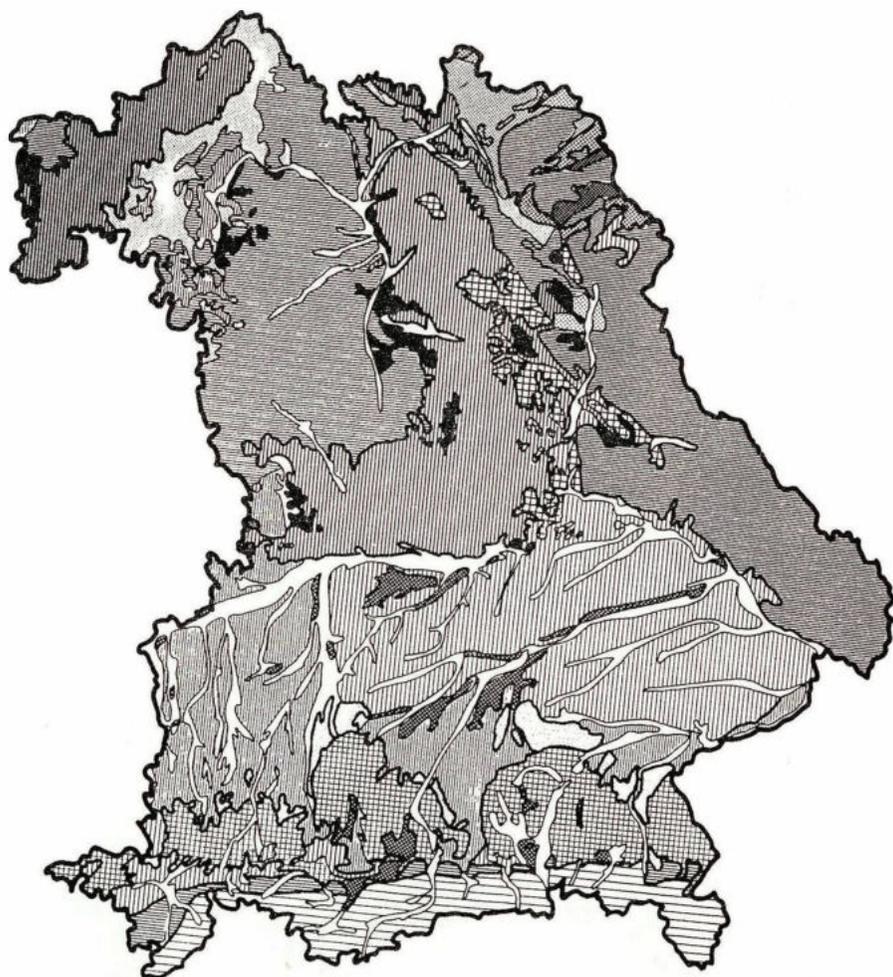
Außeralpine Entwicklung:

	Alluviale Sedimente
	Moorböden, Torf
	Sand, Flugsand
	Quartäre Schotter
	Jungmoräne, Seetone
	Ältere Moränen (allgem.)
	Tertiär
	Kreide
	Jura u. Albüberdeckung
	Keuper
	Muschelkalk

	Buntsandstein
	Perm
	Karbon
	Devon
	Silur
	Kambrium
	Basalte, Tuffe
	Granite
	Metamorphe Gesteine

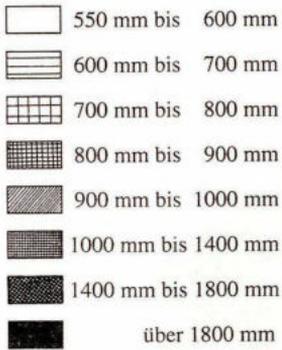
Alpine Entwicklung:

	Helvetikum, Flysch
	Kalkalpiner Bereich

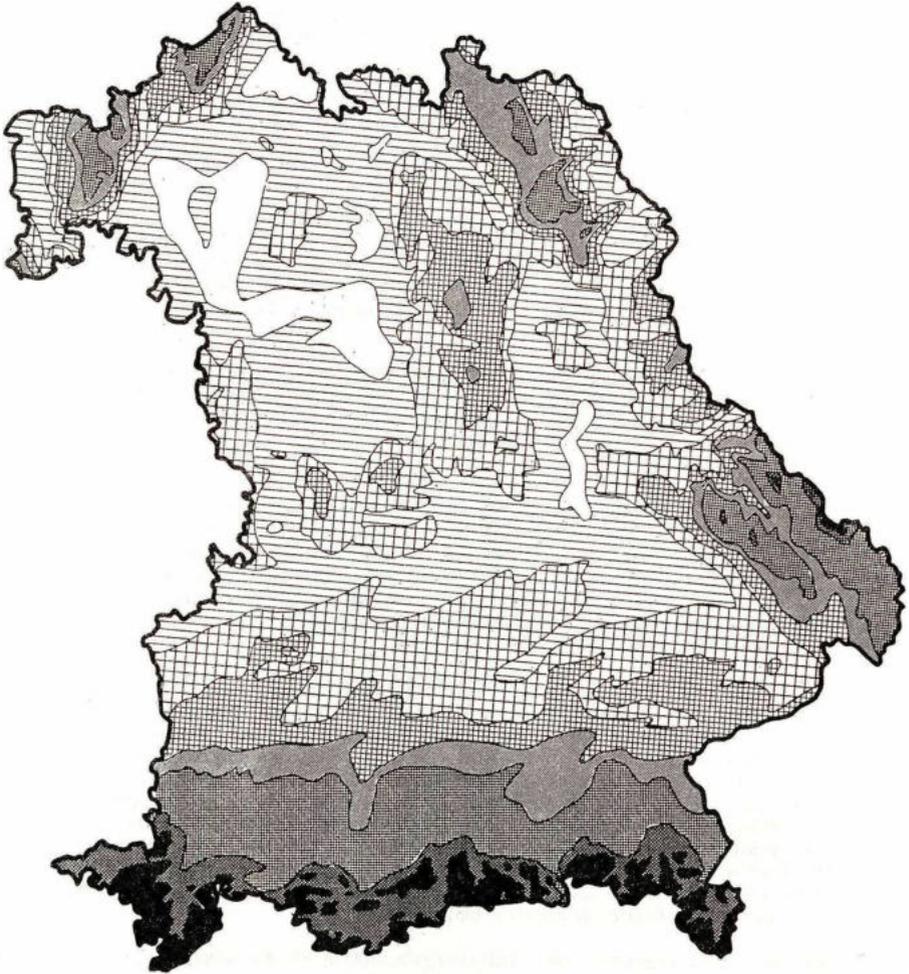


Quelle: Bayerische Arbeitsgemeinschaft für Raumforschung aus KAULE & al. (1978).

Niederschläge



Niederschläge

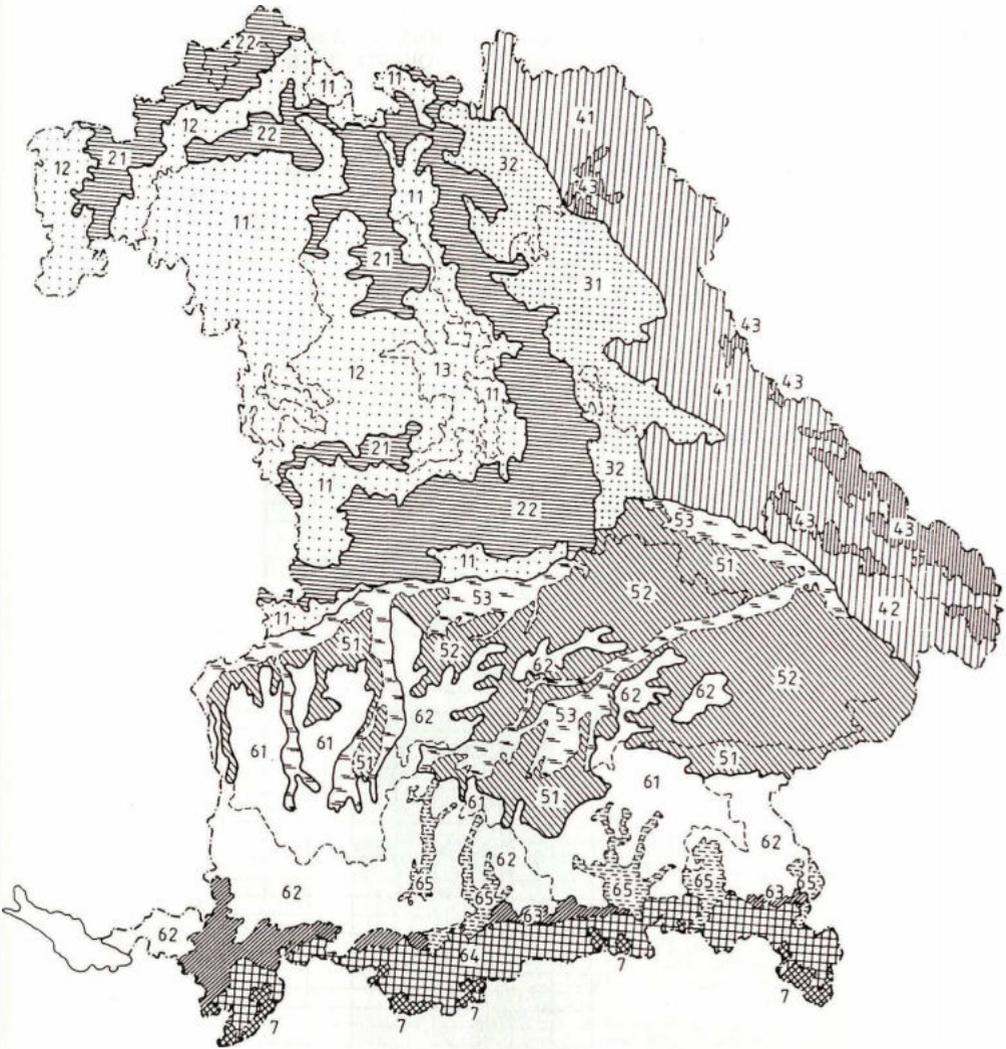


Quelle: Planungsatlas Bayern aus KAULE & al. (1978)

Vegetationsgliederung

Gliederung Bayerns in Vegetationsbezirke und -distrikte:

1. Fränkische Eichenwald-Landschaft
Vorherrschender Waldtyp ist der Reine Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald mit *Quercus robur* und *Q. petraea*, untergliedert in zwei Wuchsdistrikte, den des Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald im Westen und den der bodensauren Föhren-Eichen-Mischwälder im niederschlagsärmeren Osten mit vorherrschenden Sandböden.
2. Fränkische Buchenwald-Landschaft
Buchenwälder in submontaner bis montaner Lage mit dem Wuchsdistrikt des (bodensauren) Hainsimsen-Buchenwalds und dem Wuchsdistrikt der Waldmeister-Buchenwälder auf den basenreichen Böden der Rhön, des fränkischen Muschelkalkgebiets und der Frankenalb.
3. Oberpfälzisch-Obermainische Föhren- und Eichenwaldlandschaft
Naturraum "Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland" (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962) durch (in Kiefernforsten umgewandelte) bodensaure Eichenwälder auf armen Sandböden (Wuchsdistrikt 31) sowie schwach kontinental getönte Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder (im Regenschatten der Frankenalb) (Wuchsdistrikt 32) geprägt.
4. Nordostbayerische Nadelwald-Landschaft
Zonale Hainsimsen-Buchenwälder, in höheren Lagen mit Tanne (Wuchsdistrikt 41 und 42) sowie fichtenreiche Tannen-Buchenwälder (> 700 und 1100 m NN) und Fichtenwälder als Wuchsdistrikt 43 auf mäßig basenreichen bis -armen Böden der herzynischen Silikatgebirge.
5. Südbayerische Eichen-Hainbuchenwald-Landschaft
Mit den Wuchsdistrikten des Reinen Labkraut-Eichen-Hainbuchenwaldes (Südbayernrasse, im Vergleich zu 1. floristisch verarmt: Fehlen typischer Kennarten wie *Sorbus tormilis*, *Quercus petraea*, *Stellaria holostea* u. a.), dem Wuchsdistrikt des Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwaldes (hoher Anteil basenarmer Böden; heute überwiegend in Fichten- und Kiefernforsten umgewandelt; unterbayerisches Hügelland), den Wuchsdistrikt der Auen-, Bruchwälder und Moore (in Talniederungen und auf den großen Quellmooren der nördlichen Münchner Schotterebene).
6. Südbayerische Buchen- und Tannen-Buchenwald-Landschaft
Gegliedert in den Wuchsdistrikt 61 des Hainsimsen-(Tannen-)Buchenwaldes auf den Iller-Lech-Schotterplatten, auf der rißeiszeitlichen Altmoräne sowie auf der (würmeiszeitlichen) Jungmoräne des Inngletschers (mit ihrem vorwiegend aus den silikatischen Zentralalpen stammenden Geschiebe), dem Wuchsdistrikt des (präalpischen) Waldmeister-Tannen-Buchenwaldes (Nr. 62) auf den übrigen (kalkreichen) Jungmoränen, dem Wuchsdistrikt 63 des Labkraut-Buchen-Tannenwaldes auf mergeligen Gesteinen der kühlen, niederschlagsreichen mittleren montanen Stufe (700 bis 1000 m NN), dem Wuchsdistrikt 64 der Auen-, Bruchwälder und Moore (vorwiegend in den Stamm- und Zweigbecken der Alpenrandgletscher) sowie dem Wuchsdistrikt 65 des Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwalds (auf basenreichen Böden der Kalkvor- und Hochalpen).
7. Subalpin-alpine Vegetationslandschaft oberhalb 1600 m NN mit subalpinem Fichtenwald, Krummholzgürtel und der Vegetation der alpinen Stufe.



Gliederung Bayerns in Vegetationsbezirke (erste Ziffer: 1-7) und Vegetationsdistrikte (erste und zweite Ziffer) auf der Grundlage der Karte der PNV (aus SEIBERT 1968, vereinfacht). 1 = Fränkische Eichenwald-Landschaft, 2 = Fränkische Buchenwald-Landschaft, 3 = Oberpfälzisch-Obermainische Föhren- und Eichenwald-Landschaft, 4 = Nordostbayerische Nadelwald-Landschaft, 5 = Südbayerische Eichen-Hainbuchenwald-Landschaft, 6 = Südbayerische Buchen- und Tannen-Buchenwald-Landschaft, 7 = subalpin-alpine Landschaft.

Magerrasen

Gliederung einiger verbreiteter Trocken- und Halbtrockenrasen Süddeutschlands (aus PFADENHAUER 1993 nach Stetigkeitsstabellen von OBERDORFER 1978)

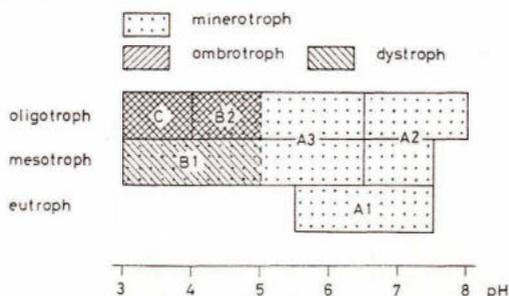
1= Haarfedergras-Steppe, 2 = Adonisröschen-Fiederzwenkenrasen, 3 = Frühlingsenzian-Trespenwiese, 4 = Trespenwiese, 5 = Enzian-Schillergrasrasen, 6 = Pechelken-Wiesenhafergrassen, 7 = Trespen-Trockenrasen, 8 = Erdseggen-Trockenrasen, 9 = Blaugras-Trockenrasen. Gepunktet: Stetigkeit der einzelnen Arten < 50%, gestreift: Stetigkeit > 50%. Stetigkeitsangaben < 5% außerhalb der für die einzelnen Pflanzengemeinschaften kennzeichnenden Artenblöcke (eingerahmt) wurden weggelassen.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
a1	<i>Stipa capillata</i>	■								
	<i>Festuca duvalii</i>	■								
	<i>Festuca valesiaca</i>	■								
	<i>Carex supina</i>	■								
	u.a.									
a2	<i>Adonis vernalis</i>		■							
	<i>Scorzonera purpurea</i>		■							
	<i>Astragalus danicus</i>		■							
	<i>Linum perenne</i>		■							
	<i>Onobrychis arenaria</i>		■							
	<i>Festuca stricta</i>		■							
a3	<i>Potentilla arenaria</i>	■	■					■	■	
	<i>Thesium linophyllum</i>	■	■					■	■	
	<i>Scabiosa canescens</i>	■	■					■	■	
	<i>Stipa joannis</i>	■	■					■	■	
	<i>Silene otitis</i>	■	■					■	■	
	<i>Euphorbia seguieriana</i>	■	■					■	■	
b	<i>Onobrychis vicifolia</i>			■						
	<i>Orchis militaris</i>			■						
	<i>Ophrys insectifera</i>			■						
	<i>Anacamptis pyramidalis</i>			■						
	u.a.									
	u.a.									
c	<i>Briza media</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Plantago media</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Plantago lanceolata</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Lotus corniculatus</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Ranunculus bulbosus</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Medicago lupulina</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Leucanthemum ircutianum</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Knautia arvensis</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Leontodon hispidus</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Linum catharticum</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Carlina vulgaris</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Ononis repens</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Ononis spinosa</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Avenochloa pubescens</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Ranunculus nemorosus</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Gentiana verna</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Carex flacca</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Campanula glomerata</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Primula veris</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Carex montana</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Centaurea jacea</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Carlina acaulis</i>		■	■	■	■	■	■		
	<i>Cirsium acaule</i>		■	■	■	■	■	■		
<i>Gentianella ciliata</i>		■	■	■	■	■	■			
<i>Gentianella germanica</i>		■	■	■	■	■	■			

Man beachte, daß sich die differenzierenden Eigenschaften der Arten auch innerhalb dieser Blöcke durch unterschiedliche Steigtigkeiten bemerkbar macht: In der Gruppe c (typische Arten der Halbtrockenrasen) liegen z. B. die Schwerpunkte des Vorkommens von *Carlina acaulis* in Vegetationseinheit 5 (beweideter Halbtrockenrasen), in g bevorzugen *Carex humilis* und *Stachys recta* die (offeneren) kontinental getönten Pflanzengemeinschaften (1 und 2) einerseits, die Trockenrasen (7, 8, 9) andererseits.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d									
Phyteuma orbiculare									
Buphtalmum salicifolium									
Carduus defloratus									
Thesium bavarum									
Crepis alpestris									
Sesleria varia									
c									
Linum tenuifolium									
Minuartia fastigiata									
Trinia glauca									
Centaurea stoebe									
Aster linosyris									
Artemisia campestris									
Fumana procumbens									
Leontodon incanus									
Globularia punctata									
Teucrium montanum									
Galium glaucum									
Sedum acre									
Sedum album									
Alyssum montanum									
Allium montanum u.a.									
f									
Calluna vulgaris									
Polygala vulgaris									
Agrostis tenuis									
Galium pumilum									
Luzula campestris									
Lychnis viscaria									
Chamaespartium sagittale									
Danthonia decumbens									
Dianthus deltoides									
Saxifraga granulata									
g									
Euphorbia cyparissias									
Bromus erectus									
Galium verum									
Rhythidium rugosum									
Brachypodium pinnatum									
Pulsatilla vulgaris									
Potentilla neumanniana									
Dianthus carthusiana									
Anthyllis vulneraria									
Koeleria pyramidata									
Carex humilis									
Stachys recta									
Scabiosa columbaria									
Anthericum ramosum u.v.a.									

Moore

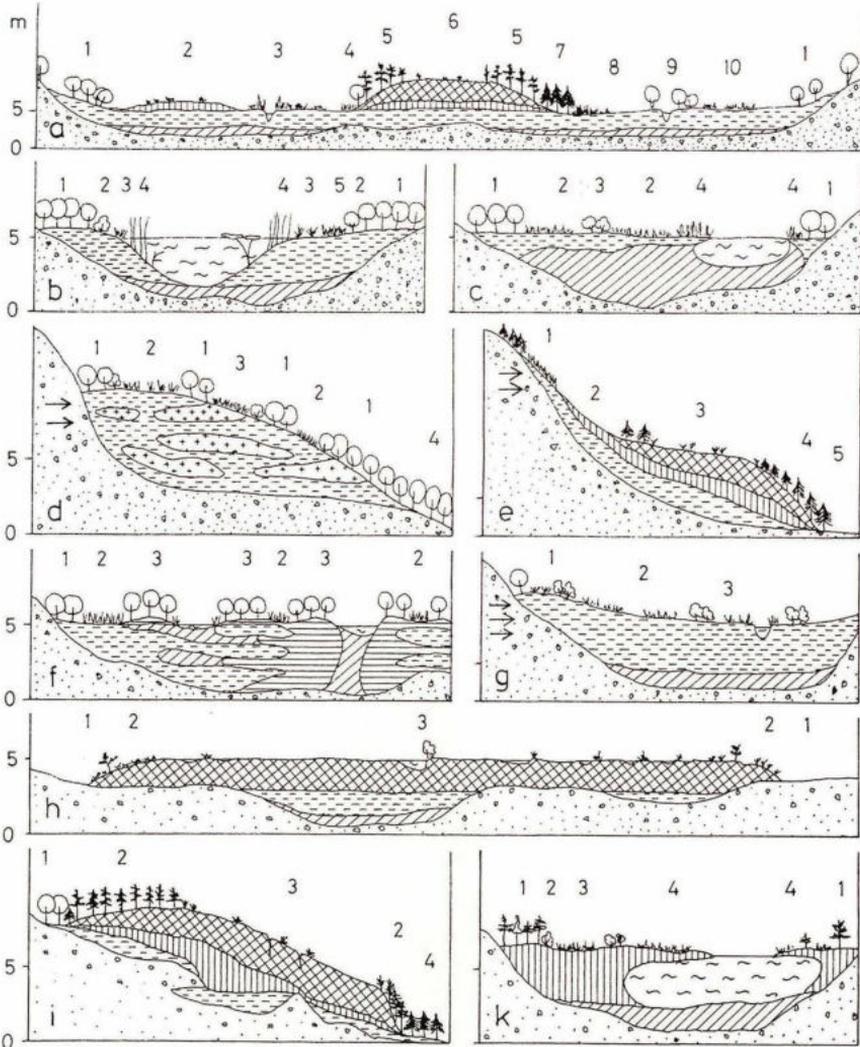


Gliederung der Moorstandorte Mitteleuropas nach Trophie und pH des Porenwassers. A1 = eutrophes, A2 = kalk-oligo-(meso-)trophes, A3 = sauer-oligo-(meso-)trophes Reichmoor, B1 = meso-, B2 = oligotrophes Zwischenmoor, C = Armmoor.

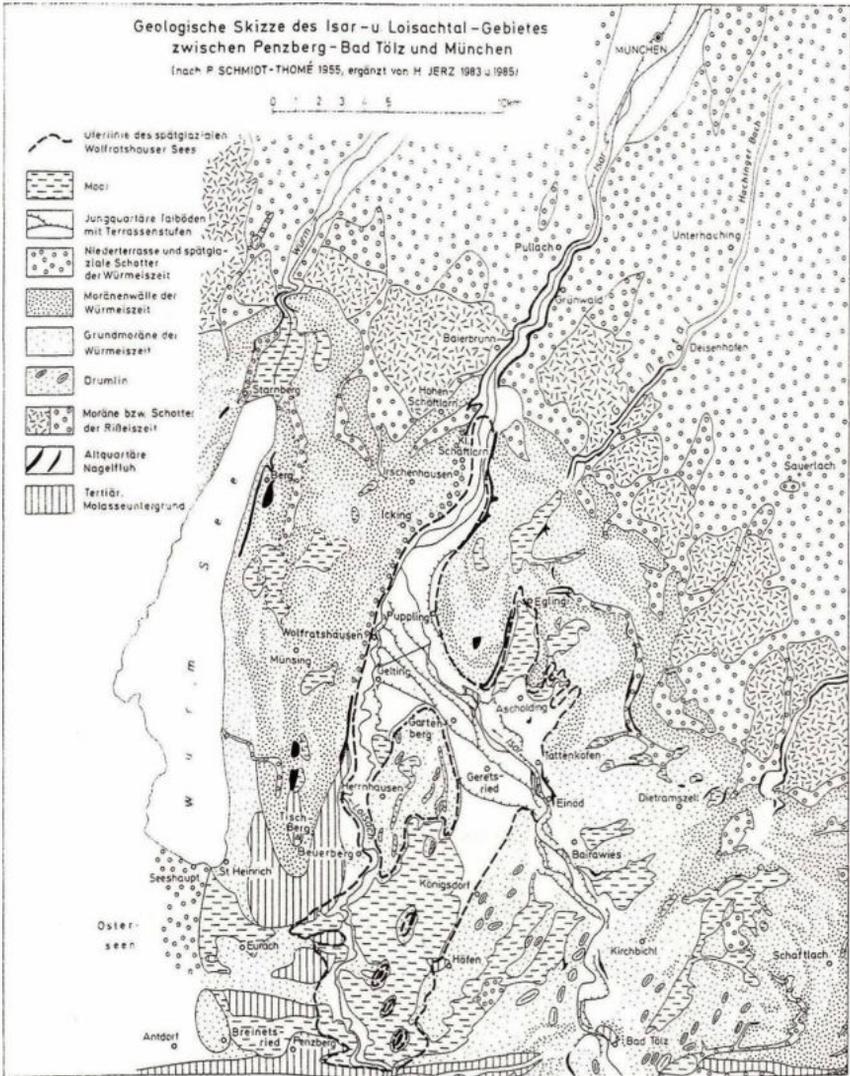
Schematische Schnitte durch einige mitteleuropäische Moortypen, nicht maßstabsgerecht (aus PFADENHAUER 1993).

- a = Durchströmungsniedermoor des Alpenrands, aus Verlandungsmoor entstanden, mit initialer Übergangsmoorbildung und symmetrischem Hochmoor auf Mikrowasserscheide, Quellmooren am Talrand, Überflutungsmooren in der Umgebung der Bachläufe. 1 = Erlen-, Birkenbruch, 2 = schwach aufgewölbte Übergangsmoorbildung mit Torfmoos-Wollgrasried, 3 = bachbegleitende Röhrichte und Großseggenriede, 4 = mesotroph-saures Randlag mit Mosaiken aus Torfmoos-Erlenbruchwald, Schnabel- und Fadenseggenrieden, 5 = Hochmoor-Randgehänge mit Spirkenfilz, 6 = Hochmoor-Plateau mit Buntem Torfmoosrasen, Grünen Torfmooschlenken, 7 = Fichten-Bruchwald, 8 = Seggenriede, 9 = bachbegleitender Ohrweiden-Gehölzsaum, 10 = meso- bis oligotrophes kalkreiches Reichried mit Davallseggen-, Kopfbinsenried.
- b = Bildung eines Verlandungsniedermoores aus einem eutrophen Gewässer. 1 = Erlenbruchwald, 2 = Weidenbruchgebüsch, 3 = Steifseggenried, 4 = Röhrichte, 5 = Davallseggenried.
- c = Verlandungsniedermoor an einem mesotroph-kalkreichen Gewässer (nach SUCCOW 1982, verändert). 1 = Erlen-(Birken-)Bruchwald, 2 = Kopfbinsenried, 3 = Mandelweidegebüsch, 4 = Schneidbinsenried.
- d = Hangmoor mit Kalktufflinsen (nach SUCCOW 1982, verändert und ergänzt). 1 = Erlenbruchwald, 2 = Großseggenriede, 3 = Davallseggen-, Kopfbinsenriede, 4 = Erlen-Eschenwald.
- e = Hang-Regenmoor in Silikatmittelgebirgen (nach Angaben von JENSEN 1961). 1 = Braunseggen-, Bleichseggenried, 2 = Zwischenmoore mit Torfmoos-Wollgrasried, 3 = Regenmoor-Plateau, 4 = Randgehänge mit Fichten-Moorwald, 5 = Randlag mit Fichtenbruchwald, Schnabelseggenried.
- f = Überflutungsmoor mit Wechsellagerung aus Torf und mineralischen Flußsedimenten. 1 = Erlenbruchwald, 2 = Seggenriede, Röhrichte, 3 = Auewälder (in Anlehnung an SUCCOW 1982, verändert).
- g = Durchströmungsmoor mit mächtigen Torfen und Quellmoor am Talrand (Beispiel Südtail des Donaamooses bei Ingolstadt). 1 = Quellmoor mit Erlenbruchwald, Seggenrieden und Weidenbruchgebüsch, 2 = Kalk-Kleinseggenriede im Wechsel mit Großseggenrieden, 3 = Röhrichte und Großseggenriede (in Anlehnung an SUCCOW 1982, verändert).
- h = Nordwestdeutsches Regenmoor, über das Entstehungsgebiet (Geländesenke) hinausgewachsen ("wurzelechtes Regenmoor"). 1 = Randlag mit Birken-, Kiefernbruchwald, 2 = weitgehend gehölzfreies Randgehänge mit Armmoor-Zwergstrauchheiden, 3 = Plateau mit Buntem Torfmoosrasen, diversen Schlenken, Regenmoorkolk.
- i = Asymmetrisches Hochmoor (Alpenvorland, Mittelgebirge) mit Zerrungsrissen = Flarken. 1 = Randlag mit Fichtenbruchwald, 2 = Randgehänge mit Spirken- oder Latschenfilz, 3 = Plateau mit Grüner Torfmooschlenke, Buntem Torfmoosrasen, Heidekraut-Torfmoosrasen usw., 4 = Fichtenbruchwald.
- k = Verlandungsmoor mit Zwischenmoor (ohne folgende Regenmoorbildung), entstanden aus der Verlandung eines mesotroph-sauren Gewässers. 1 = armer Föhren- oder Birkenbruch, 2 = Faulbaumgebüsch, 3 = Torfmoos-Wollgrasried, 4 = Schwingrasen.

Moore



Geologie-Isar-Loisach Gebiet

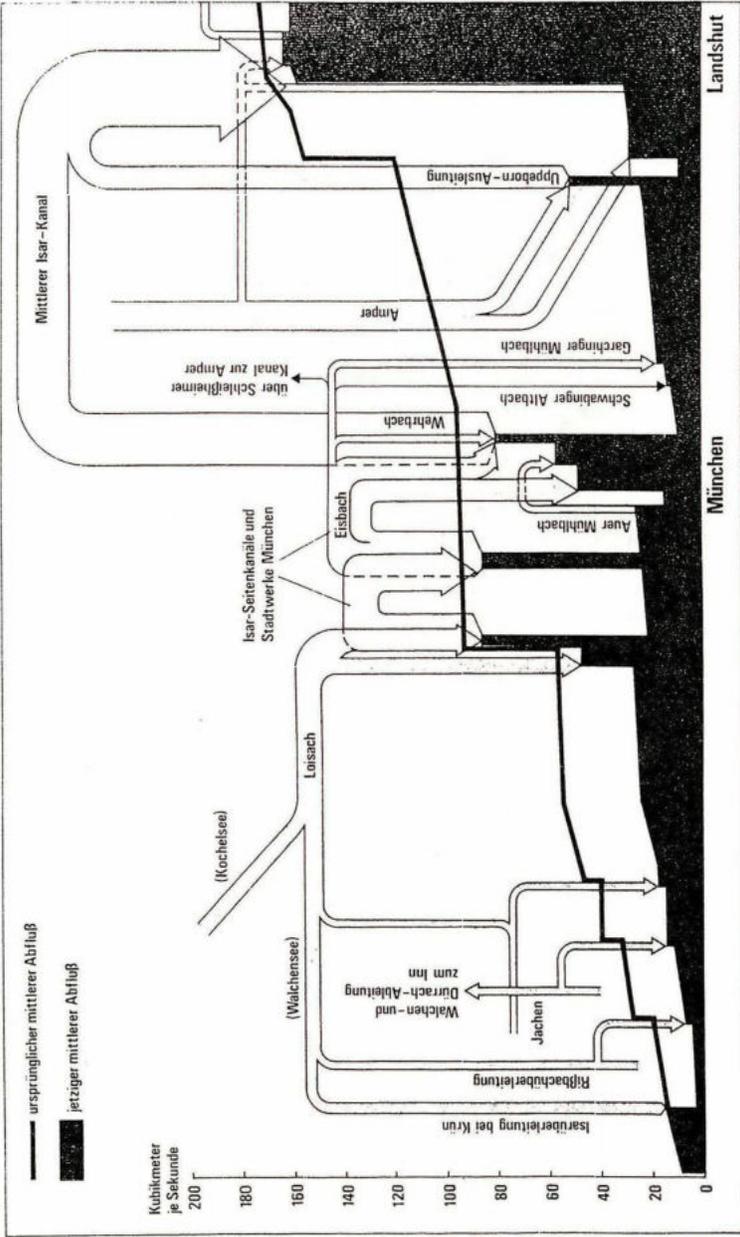


Quelle: JERZ, H., et. al., 1986

Isar-Flußsystem



Überblick über das Flußsystem der Isar von heute. (aus KIRGIS 1962)

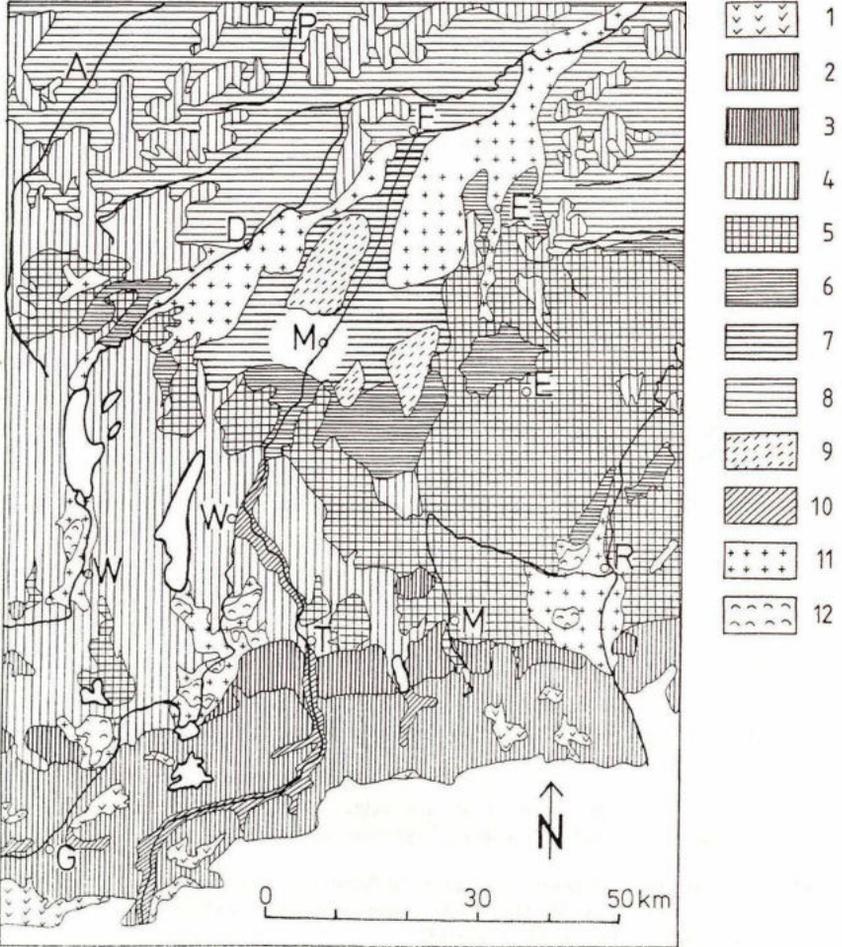


Eingriffe des Menschen in die Mittelwasserführung der Isar
 (aus: KIRGIS 1962)

Vegetation Isar-Loisach-Gebiet

Ausschnitt (Umgebung von München) aus der Karte der potentiellen Vegetation von Bayern (SEIBERT 1968), stark vereinfacht, z.T. modifiziert (Auen, Niedermoore). Bezeichnung der Eichen-Hainbuchen- und Buchenwälder nach neuer Nomenklatur (OBERDORFER, 1992). Auf städtischen Standorten (München, Flughafengelände München II) definitionsgemäß PNV nicht feststellbar. 1 = alpine Vegetation oberhalb der Baumgrenze, 2 = Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald („Bergmischwald“) auf Braunerden auf kalkalpinen Gesteinen, 3 = Labkraut-Buchen-Tannenwald einschließlich subalpinem Fichtenwald auf lehmigen Braunerden aus Flysch und tertiären Gesteinen, 4 = Waldmeister-Tannen-Buchenwald s.str. auf Braunerden aus Würmmoräne und Löß (Tertiärhügelland; oberhalb ca. 450 m NN), 5 = Hainsimsen- (Tannen-) Buchenwald, z. T. mit Eiche, auf (sauren) Braunerden der Würmmoräne des Inngletschers und auf Parabraunerden der Riß (Alt-) moränen, 6 = Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald mit Buche auf jungeszeitlichen Schottern, in Alpennähe z. T. durch Bergahorn-Eschenwälder ersetzt, 7 = Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald ohne Buche (kontinentale Rasse: Nördliche Münchner Schotterebene) auf würmeiszeitlichen Schottern, 8 = Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald des Tertiärhügellandes (artenreiche Ausbildung auf Löß, artenarme auf tertiären Gesteinen, unterhalb ca. 450 m NN), 9 = Fingerkraut-Föhren-Eichenwald auf Rendzinen aus (feinerdearmen) würmeiszeitlichen Schottern, 10 = Schneeheide-Föhrenwälder in föhnbegünstigten Lagen auf flachgründigen Rendzinen aus Kalk- und Dolomitgesteinen, 11 = sekundäre Erlen-Eschenwälder auf entwässertem Niedermoortorf, selten und kleinflächig auch baumfreie Seggenrieder und Bruchwälder, 12 = sekundäre Birken- und Föhrenwälder auf entwässertem Hochmoortorf, z.T. baumfreie Hochmoorweite und Latschen-/ Spirkenfilz.

Vegetation Isar-Loisach-Gebiet



Literatur

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1994: Landesentwicklungsprogramm Bayern, Stand 1. März 1994
- JENSEN 1961: Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen.- Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 1, 85 S.
- JERZ, H., T. SCHAUER & K. SCHEURMANN, 1986: Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdinger und Pupplinger Au.- Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 51, S. 87-151.
- KAULE, G., J. SCHALLER, & H.J. SCHOBER, 1978: Auswertung der Kartierung schutzwürdiger Biotope in Bayern. Allgemeiner Teil: Außer-alpine Naturräume.- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Heft 1, 154 S.
- KIRGIS, L., 1962: Eingriffe des Menschen in die Mittelwasserführung der Isar. Wasserwirtschaftliche Betrachtungen der Isar und ihres Einzugsgebietes: - Bayernland 64, S. 347-352.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. 1953- 1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung (Selbstverlag). Bad Godesberg.
- OBERDORFER, E., 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I, 2. Auflage.- G. Fischer, Stuttgart. 355 S.
- OBERDORFER, E., 1992: Süddeutsche Pflanzengesellschaft, Teil IV (2 Bd). 2.Auflage.- . Fischer, Stuttgart. 282 S. + 580 S.
- PFADENHAUER, J., 1993: Vegetationsökologie - ein Skriptum. - IHW-Verlag, Eching. 301 S.
- SCHMIDT-THOME, P., 1955: Zur Frage quartärer Krustenbewegungen in den Alpen- und Voralpengebiet des Isartalbereichs.- Geol. Rdsch., 43: S. 144-158,
- SEIBERT, P., 1968: Übersichtskarte der natürlichen Vegetation von Bayern 1: 500000 mit Erläuterungen. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 3, 84 S.
- SUCCOW, M., 1982: Topische und chorische Naturraumtypen der Moore. - in D. KOPP, H.- D. JÄGER & M. SUCCOW: Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung.- Akademie-Verlag, Berlin, S. 138-183.

Exkursion A: Vegetation des Alpenrandes zwischen Murnau und Garmisch-Partenkirchen

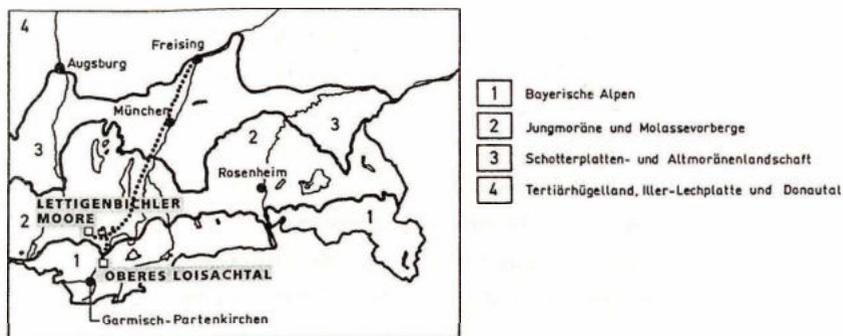


Abbildung. 1: Exkursionsroute

A.1 Moorweidegebiet Lettigenbichl unter besonderer Berücksichtigung minerotropher Bergkiefernmoore

Alfred Wagner, Ingrid Wagner

1 Exkursionsinhalte

Der Schwerpunkt der Exkursion liegt im Themenbereich Gehölsukzession auf basenreichen Niedermoorstandorten, wobei ein pflanzensoziologisch bislang wenig beachteter Vegetationstyp, die minerotrophen Bergkiefernmoore, im Mittelpunkt steht. Das Gebiet ermöglicht auch einen Einblick in eine historische Form der gemeinschaftlichen Moorweidenutzung (Allmende) am Alpenrand.

2 Lage, Klima, Geologie

Das Exkursionsgebiet liegt im nördlichen Landkreis Garmisch-Partenkirchen und gehört zum Naturraum Ammer-Loisach-Hügelland als Teil des Voralpinen Moor- und Hügellands. Die Vermoorungen der Täler liegen um 800 m üNN, die Randhöhen, z.T. mit anstehender Molasse, erreichen ca. 850 m üNN.

Die Jahresmitteltemperatur liegt bei ca. 6 bis 6,5° C. Die Anzahl der Sommertage (> 25° C) ist mit 10 - 15 Tagen gering. Mit ca. 205 Tagen > 5° C ist die Vegetationsperiode relativ kurz (München bis 225 Tage), Frost herrscht an 130 bis 140 Tagen. Der Jahresniederschlag liegt bei ca. 1400 bis 1500 mm mit Maximum von ca. 220 mm im Juni. Er steigt zu den Flysch-Vorbergen deutlich an (ca. 2000 mm). Damit sind die Bedingungen für das Wachstum von Regenwassermooren günstig (Regenfaktor ca. 220, Grenze des Hochmoorwachstums nach OSVALD [1925] ca. 100). Hinsichtlich des Wasserfaktors strebfördernd wirken allerdings der hohe Anteil heiterer Tage (55 Tage, München 44), der häufige Föhneinfluß und das weitgehende Fehlen von Luftstagnationen.

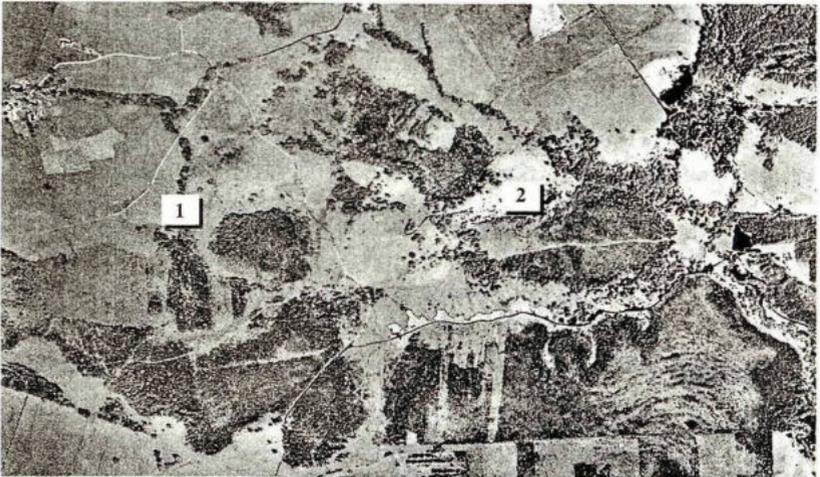


Abbildung 2: Exkursionspunkte (1, 2) im Mooregebiet Lettigenbichl.

Das Gebiet liegt im Bereich der Murnauer Mulde. Diese der Flysch-Zone vorgelagerte Mulde ist Teil der jungtertiär in die Alpenfaltung einbezogenen Molasse (Faltenmolasse). Die Molasse steht im näheren Umfeld nur im Bereich des Dorfs Lettigenbichl an. Das Gelände ist großflächig würmeiszeitlich durch den Ammergletscher überformt (vgl. Abbildung 1). Die Geologische Karte

(GK 100) weist für das Gebiet Vermoorungen und Moränenüberdeckung aus. Die Böden der Geländekuppen scheinen weniger tonreich, bodentypologisch dürfte es sich um Braunerden handeln. In Unterhanglagen finden sich mineralische Naßböden, die aufgrund der hohen Niederschlagsmengen schnell aus dem Gleystadium herauswachsen und vertorfen. Niedermoor- und Hochmoortorfe finden sich im weiteren Gebiet etwa in gleichen Anteilen. Der Gebietsname "Lettigenbichl" bringt bereits das Vorherrschende von dichten Naßböden zum Ausdruck (vermutlich von Letten = althochd. Letto "Lehm", indogerm. "feucht, naß, Sumpf").

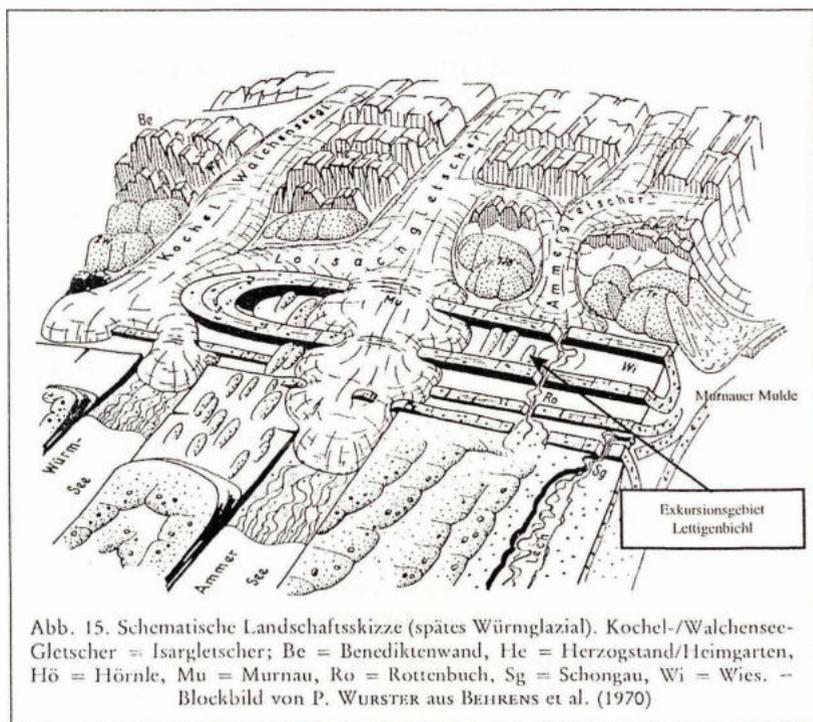


Abb. 15. Schematische Landschaftsskizze (spätes Würmglazial). Kochel-/Walchenseegletscher = Isargletscher; Be = Benediktenwand, He = Herzogstand/Heimgarten, Hö = Hörnle, Mu = Murnau, Ro = Rottenbuch, Sg = Schongau, Wi = Wies. - Blockbild von P. WURSTER aus BEHRENS et al. (1970)

Abbildung 1: Blockbild zur Eisrückzugsphase im Bereich des Loisach und Ammertals. Zur Vereisungshochphase reichte der Isar-Loisach-Gletscher nördlich über den Ammersee hinaus.

3 Nutzung

Das Gebiet wird weidewirtschaftlich als Gemeinschaftsweide (Allmende) genutzt. Diese ursprüngliche Nutzungsform hat sehr lange Tradition; urkundlich erwähnt sind die Weiler Echelsbach und Gschwendt, beide südwestlich, seit dem 12 bzw. 13 Jhd (TREMMELE 1992: 23). Anfang des 18. Jhd setzten erste Bestrebungen zur Teilung der Allmende ein. Angaben zur Größe und Intensität der Nutzung sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Jahr	1811/12	1991
Größe	121 ha	59,7 ha
Dauer	158 Tage	123 Tage
	24,4 -	15,5 -
	29,9	15,9
Großvieheinheiten/ha	0,29	0,76
GV/ha u. 100 Weidetage	0,45	0,94

Tabelle 1: Allmende Lettigenbichl: Größe und Weideintensität zu Anfang des 19. und zu Ende des 20. Jahrhunderts (nach TREMMELE 1992: 95).

trotz der Intensivierung der Mineralböden - auch von naturschutzfachlicher Bedeutung. So finden sich im Gebiet zahlreiche Arten der Roten Liste der BRD, darunter eine vom Aussterben bedrohte und mehrere stark gefährdete Arten. Hervorzuheben sind auch strukturelle Aspekte, vor allem der weiche Nutzungsgradient von stark frequentierten Bereichen über Brachestadien bis hin zu praktisch unbeeinflussten Flächen.

4 Überblick über die Vegetationsverhältnisse des Gebiets

Das Gebiet läßt sich grob in fünf Standorteinheiten gliedern.

4.1 Mineralbodenstandorte

Die aufgewölbten, mit Moränenmaterial überdeckten Molassekuppen sind überwiegend aufgedüngt (Fettweiden - Festuco-Cynosuretum) und werden weidewirtschaftlich intensiver genutzt. Nicht gedüngte Flächen sind hier selten und geben Hinweis auf die Vegetationsverhältnisse unter extensiver Bewirtschaftung: Borstgrasrasen im Wechsel und in Durchdringung mit Davallseggenried.

Die Nutzung erfolgt in Form einer Dauerweide, traditionell mit Nachmahd zur Einstreugewinnung. Heute unterliegen nur noch Teilbereiche der Nachmahd. Eine erstmalige Düngung von Teilen der Weidefläche dürfte Ende der 50'er Jahre erfolgt sein, bis dahin war die Weidewirtschaft düngelos. Heute erfahren die trittfesteren Mineralböden PK-Düngergaben, die Moorbodenbereiche werden fast ausnahmslos nicht gedüngt.

Die Form der Nutzung als Gemeinschaftsweide ist nicht nur von kulturhistorischer sondern -

4.2 Eutrophe Niedermoore, Auen

Im schmalen Emersionssaum der Bäche siedeln eutraphente Artengemeinschaften: z.B. Hochstaudenfluren, meist mit reichlich *Senecio alpinus*, und Schwarzerlen-Fichten-Auewälder.

4.3 Basenreiches An- und Niedermoor, Quellmoor

Basenreiche An- und Niedermoore treten in den Unterhanglagen auf. Die Geländedeposition führt zu Vernässungen bei gleichzeitiger Zufuhr mineralischer Lösungsfrachten, wobei in Abhängigkeit von der Stärke des Durchströmungsregimes i.d.R. ein deutlicher floristischer Gradient zu erkennen ist (Basenzeiger \Rightarrow Vertorfmoosung). Dominierende Pflanzengesellschaften sind das Davallseggenried (*Caricetum davallianae*) und das Mehlprimel-Kopfbinsenried (*Primulo-Schoenetum*). Bei konzentrierter Quellschüttung treten kleinflächig kalkoligotrophe Schlenken-Gemeinschaften hinzu.

Die Bestände dieses Standortkomplex sind gehölz- bzw. waldfähig und werden im Gebiet stellenweise von minerotrophen Bergkiefernmooren besiedelt.

4.4 Zwischenmoor

In abflußschwachen Geländedepressionen im Kontakt zu Regenwassermooren treten Zwischenmoor-Gesellschaften auf. Diese Randlagg-Situation scheint durch Mischwassereinfluß - dystroph-minerotroph - geprägt, wobei sich oft eine innere Verzahnung von *Caricion lasiocarpae* und *Rhynchosporion* findet. Eutrophe Zwischenmoor-Gesellschaften siedeln bevorzugt in Nähe der Bäche und Gräben.

4.5 Sauer-oligotrophe Moore - Regenwassermoore

Die Regenwassermoore des Gebiets sind relativ stark geneigt und als ombrosoligene Hangmoore mit steil abfallendem talseitigem Randgehänge anzusprechen. Trotz nutzungsbedingter Abwandlung (Hochmoor-Streuweise, Torfstich, Weide) und Entwässerung sind Grundzüge des Hochmoortyps des westlichen und mittleren Alpenvorlandes zu erkennen (vgl. PAUL 1932, ALETSEE 1967: 213): Lichte, nur locker mit *Pinus rotundata* besetzte "Hochmoorweite" (*Pino-Sphagnetum*); Bergkiefern-Hochmoorrandwald als *Vaccinio-Pinetum rotundatae* mit Übergang zum Fichten-Moorwald (*Bazzanio-Piceetum vaccinietosum uliginosi*).

Die Hochmoore des Gebiets dürften aus Versumpfung entstanden sein, Verlandungssukzession scheint allerhöchstens kleinflächig möglich. Östlich des Gebiets treten auf podsolierten Pseudo-

gleyen initiale Vertorfmoosungen unter Fichtenforsten oder im Bereich von Borstgrasrasen auf. Möglicherweise liegen lokal auch "wurzelechte" Verhochmoorungen vor.

Eine moorstrukturelle Besonderheit des südöstlich gelegenen Hochmoorschilds sind die konzentrische Strukturen (Ableiten/Moorbruch?, vgl. Abbildung), die talwärtigen Moorwasserabflusssysteme und der Deckenmoor-artige Charakter der Vermoorungen.

5 Exkursionspunkte

5.1 Exkursionspunkt I

Basenreiches Niedermoor, teilweise von einzelnen Quellschlenken und -rinnsalen durchzogen. Den Hauptbestand bildet ein Mehlprimel-Kopfbinsenried (*Primulo-Schoenteum*) in typischer Ausbildung und in Ausbildung mit Torfmoosen (*Sphagnum warnstorffii*-Ausb.). Die Fläche wird beweidet, im Herbst erfolgt Nachmahd zur Streugewinnung.

In der typischen Ausbildung treten u.a. auf: *Aster bellidiastrum*, *Carex davalliana*, *Carex hostiana*, *Carex lepidocarpa*, *Carex pulicaris*, *Dactylorhiza incarnata ssp. incarnata*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula alpina et vulgaris*, *Primula farinosa*, *Schoenus ferrugineus*, *Tofieldia calyculata*. Die Mooschicht bilden: *Campylium stellatum*, *Drepanocladus revolvens*, *Fissidens adianthoides*, *Homalothecium nitens* u.a.

Die vertorfmooste Ausbildung ist artenärmer: Dominant werden v.a. *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum warnstorffii*.

Die kalkoligotrophen Schlenken werden vom *Scorpidio-Utricularietum* besiedelt: *Calliergon trifarium*, *Eleocharis quinqueflora*, *Scorpidium scorpioides*, *Utricularia intermedia*. Übergänge zu *Scorpidium*-Ausbildungen von Zwischenmoorgesellschaften treten auf: *Carex chordorrhiza*, *Carex lasiocarpa*, *Carex limosa*, *Carex rostrata*, *Rhynchospora alba*. Zum Teil auch kennartenlose Gemeinschaften: *Caricetum paniceo-lepidocarpae* (vgl. BRAUN 1968: 57).

Gegen Süden erfolgt keine Nachmahd, die Fläche wird zwar vom Weidevieh begangen, jedoch kaum befressen. Die Folge sind Bracheprozesse: Horstverbultung (*Schoenus ferr.*, *Trichophorum cesp.*), Streuverfäulung, Bult-Schlenken-Differenzierung mit Vertorfmoosung, leichte Spirkenbesiedlung, wobei sich *Pinus rotundata* fast ausschließlich im Bereich der Torfmoosrasen ansiedelt. Bei Aufgabe der Nachmahd bzw. andauernder Unterbeweidung scheint im Bereich des Standortkomplexes eine Entwicklung zu Bergkiefern-Beständen wahrscheinlich. Minerotrophe Bergkiefermoore treten auf vergleichbaren Standorten nördlich angrenzend auf.

Tabelle 2 gibt die vergleichsweise ungewöhnliche Artenkombination dieser Bestände wieder. Ungewöhnlich deshalb, weil diese Gehölzgesellschaft mit den klassischen Spirken-Moorwäldern - Pino-Sphagnetum (Oxycocco-Sphagnetum) und Vaccinio-Pinetum rot. (Vaccinio-Piceetum) - nur wenige Gemeinsamkeiten hat. Zwar siedeln im Bereich der höheren Bulte Kennarten beider Klassen, trennend wirkt jedoch der reiche Grundartenstock an minerotraphenten Arten (im Gebiet v.a. Tofieldietalia, Molinietaalia).

Auf dem Weg zum Exkursionspunkt 2 werden gestreift: *Sphagnum recurvum*-reiches Bergkiefern-Übergangsmoor (noch Pino-Sphagnetum); daran anschließend ein Drahtseggen-Bestand in eutropher Ausbildung (Caricetum diandrae *Calliergonella*-Ausb.): *Carex chordorrhiza*, *Carex diandra*, *Carex lasiocarpa*, *Carex limosa*, *Carex rostrata*, *Caltha palustris*, *Galium palustre*, *Valeriana dioica*, *Calliergonella cuspidata*, *Sphagnum subsecundum* u.a. Gehölzansiedlung ist festzustellen: *Alnus glutinosa*, *Picea abies*, *Pinus rotundata*.

5.2 Exkursionspunkt 2

Beim zweiten Standpunkt handelt es sich ebenfalls um ein leicht hängiges Moor, das lokal von Mineralbodenwasser oberflächennah durchströmt wird. Den Westteil nimmt ein durch *Scorpidium*-Schlenken und Quellrinnen gegliederter Mehlsprimel-Kopfbinsenrasen ein. Auf der Fläche scheint seit mehreren Jahren die Streu-Nachmahd ausgesetzt. Die Verbißwirkung ist gering. Die Fläche gleicht strukturell einer streuverfilzten und dadurch artenverarmten Streuwiesenbrache. Aus syndynamischer Sicht hervorzuheben ist der \pm kontinuierliche Übergang von der offenen Fläche in einen zunächst nur leicht, weiter nach Osten dann stärker bestockten minerotraphenten *Pinus rotundata*-Bestand. Am Beispiel dieses Bestands können einige Aspekte diskutiert werden:

Komplexstruktur - Homogene Probestfläche

Alle minerotrophen Bergkiefernmoore zeigen in der Feldschicht eine deutliche Mikrostruktur aus hohen Bulten, Teppichhorizonten und Depressionen. Diese Struktur ist auch Ausdruck unterschiedlicher Ernährungsbedingungen (Schichtwassersystem, trophischer Stufenkomplex). Anhand der Moose läßt sich die kleinräumige Struktur überwiegend klar abgrenzen, z.B.: *Polytrichum strictum*-*Pleurozium schreberi* Bultkopf - *Sphagnum cappilifolium*-*Sphagnum magellanicum* Bulthang/-fuß - *Sphagnum angustifolium*-*Sphagnum warnstorffii* Teppichhorizont - *Sphagnum subsecundum*-*Drepanocladus revolvens*-Schlenke. Nur eingeschränkt gilt dies für die

Tabelle: Bergkiefern-Hochmoor - Minerotrophes Bergkiefernmoor1 - 2 Pino-Sphagnetum
3 - 4 Carex lasiocarpa-Pinus rotundata-Gesellschaft

Ausbildung nach Valeriana dioica, Campylyium stellatum-Var., Carex dav. S.Var.

Nr:	1	2	3	4	Nr:	1	2	3	4
Jahr:	92	92	92	92					
Artenzahl:	23	16	75	71					
pH	4,1	4,1	6,0	6,0					
Leitfähigkeit (korrigiert)	19	20	78	145					
Baumschicht - Höhe (m)	6	-	-	-	Aster bellidiarum	-	-	+	r
Strauchschicht (dm)	10	15	5	3	✕ Carex hostiana	-	-	+	+
Baumschicht (%)	30	-	-	-	✕ Drepanocladus revolvens	-	-	-	l
Strauchschicht	30	20	30	30	Carex dioica	-	-	-	+
Krautschicht	40	15	60	60	Homalothecium nitens	-	-	-	l
Mooschicht	90	100	30	50	Bryum pseudotriquetrum	-	-	-	l
					Swertia perennis	-	-	-	l
					Molinion, Mol.-Arr'etea				
Baum- und Strauchschicht					✕ Platanthera bifolia	-	-	r	r
B ✕ Pinus rotundata	3	-	-	-	✕ Anthoxanthum odoratum	-	-	+	+
S Pinus rotundata	3	2	3	3	✕ Leontodon hispidus	-	-	l	+
S Picea abies	+	-	-	-	✕ Linum catharticum	-	-	-	r
S Frangula alnus	-	-	-	+	✕ Ranunculus acris	-	-	+	+
Oxy.-Sphagnetea					✕ Briza media	-	-	l	+
✕ Sphagnum magellanicum	4	3	2	2	✕ Succisa pratensis	-	-	l	l
✕ Eriophorum vaginatum	2	1	r	r	✕ Gentiana asclepiadea	-	-	-	l
✕ Andromeda polifolia	1	2	-	+	✕ Sanguisorba officinalis	-	-	+	+
✕ Drosera rotundifolia	+	+	+	+	eutraphente				
Sphagnum cuspidatum	1	+	-	-	✕ Calliergonella cuspidata	-	-	2	l
✕ Sphagnum papillosum	-	3	-	-	✕ Galium palustre	-	-	+	+
✕ Vaccinium oxycoccus	1	+	1	+	✕ Cirsium palustre	-	-	r	+
✕ Polytrichum strictum	1	+	1	1	Valeriana dioica	-	-	l	l
✕ Melampyrum prat. ssp. pal.	+	+	+	1	✕ Caltha palustris	-	-	-	+
✕ Sphagnum rubellum	1	2	-	-	✕ Galium uliginosum	-	-	1	+
Vacc.-Picetea					Plagiomnium elatum	-	-	-	+
✕ Vaccinium myrtillus	2	+	+	+	Ajuga reptans	-	-	-	+
Vaccinium uliginosum	1	r	-	r	Climacium dendroides	-	-	l	-
Vaccinium vitis-idaea	-	-	+	+	Sonstige				
Pleurozium schreberi	+	-	1	+	✕ Trichophorum cespitosum	1	2	r	+
Bazzania trilobata	1	-	-	-	✕ Calluna vulgaris	1	+	1	1
Caricion lasioc. s.l., Caricion fuscae, Scheuch.-Car.					✕ Molinia caerulea	1	-	2	2
✕ Carex lasiocarpa	-	-	1	2	✕ Pinus rotundata	+	+	-	+
✕ Carex rostrata	-	-	1	-	✕ Picea abies	+	+	+	r
Drepanocladus vernicosus	-	-	1	3	Aulacomnium palustre	+	-	1	+
✕ Menyanthes trifoliata	-	-	-	1	Sphagnum angustifolium	2	-	1	2
✕ Equisetum fluviatile	-	-	1	r	Sphagnum capillifolium	1	-	1	1
✕ Carex echinata	-	-	1	1	✕ Potentilla erecta	-	-	1	1
✕ Carex nigra	-	-	1	1	✕ Carex panicea	-	-	1	1
Tofieldietalia					✕ Dactylorhiza maculata	-	-	1	-
Campylyium stellatum	-	-	1	1	Salix repens	-	-	-	+
✕ Carex lepidocarpa	-	-	+	r	✕ Solidago virgaurea	-	-	+	-
✕ Tofieldia calyculata	-	-	r	+	✕ Juniperus com. ssp. communis	-	-	-	-
✕ Parnassia palustris	-	-	+	+	Polygala chamaebuxus	-	-	+	-
✕ Carex davalliana	-	-	2	2	Cratoneuron filicinum	-	-	+	-
✕ Epipactis palustris	-	-	+	+	✕ Cirsium rivulare	-	-	r	-
Carex pulicaris	-	-	1	1	✕ Peucedanum palustre	-	-	-	+
✕ Eriophorum latifolium	-	-	+	+	✕ Trichophorum alpinum	-	-	-	l
✕ Pinguicula vulgaris	-	-	+	+	✕ Equisetum palustre	-	-	1	-
✕ Primula farinosa	-	-	r	+	✕ Sphagnum fallax	-	2	-	-
✕ Dactylorhiza traunsteineri	-	-	+	+	Polytrichum juniperinum	1	-	-	-
					u.a.				

Widrah_csk

Tabelle 2: Minerotrophente Bergkiefern-Bestände des Gebiets im Vergleich zum Bergkiefern-Moorwald (Pino-Sphagnetum). Die Aufnahmen 3 und 4 wurden im Bereich der Exkursionspunkte 1 und 2 erhoben.

höheren Pflanzen. So scheinen insbesondere ausläufertreibende Arten - wie *Carex chordorrhiza* oder *Carex lasiocarpa* - auch die besseren Belichtungsverhältnisse der Bulte zu nutzen, wobei die Mineralstoffversorgung allerdings aus tieferen Horizonten erfolgen dürfte. Obwohl im Stammfußbereich der Gehölze oft Heidebulte auftreten, lassen sich die Gehölze nicht allein dieser Stufe zuordnen, da die Phanerophyten mit ihrem Wurzelsystem weit ausgreifen und unterschiedliche Moorhorizonte und somit Nährkraftstufen erschließen. Zudem greifen die Gehölzarten entscheidend in die Ökologie der gesamten Lebensgemeinschaft ein (z.B. Beschattung, Transpiration und Interception, Detritus).

Pflanzensoziologisch lassen sich die Bergkiefernmoore nur durch Einbeziehung der verschiedenen Stufen erfassen, die homogene Aufnahme fläche stellt sich als Komplex von - i.d.R. nur über die Moosvereine abgrenzbaren - Mikrogesellschaften dar (vgl. hierzu z.B. NEUHÄUSL 1970: 240 ff., DÖRING 1987: 347 ff., DIERSCHKE 1994: 132ff.).

Artenschutz

Die Aufgabe der Streuwiesennutzung ist nach der Intensivierung eine Hauptursache für den Rückgang naturschutzfachlich besonders bedeutsamer Arten. Anhand des von uns im Alpenvorland erhobenen Aufnahmematerials kann gezeigt werden, daß Gehölzsukzession nicht in jedem Fall mit gravierenden Artenverlusten verbunden sein muß. So konnten im Rahmen von ca. 110 Vegetationsaufnahmen über 70 Arten der Roten Listen mit teils hoher Stetigkeit nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 3). Dabei handelt es sich auch um Arten, die nach der Roten Liste BRD mit Gefährdungsursache Brache belegt werden. Nicht unwahrscheinlich ist, daß bestimmte Ausbildungen der minerotraphenten Bergkiefern-Wälder Primärstandorte auch von Offenlandarten der Streuwiesen darstellen. Eine Besiedlung der extensiv genutzten Kulturlandschaft könnte von solchen Gehölz-Lebensgemeinschaften ausgegangen sein. Andererseits können diese Vegetationstypen nach Nutzungsaufgabe Refugialraumfunktion übernehmen. Allerdings darf hieraus nicht generell die - gerade in jüngster Zeit oft dogmatisch vorgebrachte - Forderung nach eigendynamischer Entwicklung (Prozeßschutz) abgeleitet werden.

Dynamik

Arten der Roten Liste in minerotr. Bergkiefernmooren		
110 Veg.aufnahmen	BAY	BRD
vom Aussterben bedroht	1	2
stark gefährdet	6	15
gefährdet	40	46
	47	63

Tabelle 3

Auch in Zusammenhang mit der Artenschutzfunktion stellt sich die Frage, wie stabil sind die verschiedenen Ausbildungen der Lebensgemeinschaft minerotrophes Bergkiefernmoor? Handelt es sich um kurzlebige Stadien oder um Dauergesellschaften?

Im Gegensatz zu Mineralboden-Ökosystemen, bei denen standortgenetische Prozesse, wie Verbraunung oder Podsolierung, vergleichsweise langsamer verlaufen dürften, ist bei Mooren mit rascherem Wechsel der Standortbedingungen zu rechnen. Prozesse der Standortentwicklung können sein:

Eutrophierung: Obgleich herbstliche Streumahd zu relativ geringen Biomasseentzügen führt, ist ein gewisser Eutrophierungseffekt nach Nutzungsaufgabe anzunehmen. Bei Schwarzerlen-Beteiligung ist mit Stickstoff-Anreicherung zu rechnen (C/N der Laubstreu: Schwarzerle: 15 - Waldkiefer, vermutlich der Spirke vergleichbar: 66; nach SCHEFFER & ULRICH 1960 zit. in ELENBERG 1982: 93).

Detrophierung: Eine Verarmung des oberen Horizonts mit Ablösung von den tieferen Mineralbodenwasser-Schichten können v.a. Torfmoose bewirken. Bei Bestandsschluß ombrotropher Moose entstehen dann Übergangsmoorstadien. Torfmoose siedeln sich oft schon in der gehölzfreien Brachephase an (bzw. breiten sich aus). Dies könnte eine wichtige Voraussetzung für die Spirkenbesiedlung sein.

Stabilität: Mit trophischer Stabilität ist in solchen Moorbereichen zu rechnen, die starkem Fremdwasserzufluß ausgesetzt sind (Mischwasser-Lagg, Druckwasseraufstöße, Schichtwasseraustritte). Ombrotrophe Torfmoose können in dauerhaft oberflächennassen, schlenkenreichen Moorwäldern keinen Dichtschluß bewirken (Bult-Schlenkenverteilung als Funktion des Wasserregimes). Luftbildvergleiche und die Vitalität der bestandsbildenden Baumarten ermöglichen Aussagen im Hinblick auf die Frage, Dauergesellschaft oder Pionierstadium? Beispiel:

⇒ Pionierstadium, Vorwaldphase: Zusammenbrechende und unterständige Bergkiefern im Spirken-Erlenbruch (z.B. Murnauer Moos). In der Phase beginnender Gehölzbesiedlung wird der ökologische Potenzbereich aufgrund des Fehlens konkurrierender Baumarten überschritten.

⇒ Dauergesellschaft: Der Luftbildvergleich (mit Zeitraum ca. 50 Jahre) eines minerotrophen Bergkiefern-Bestands läßt keine strukturellen Veränderungen erkennen. Vermutlich ausbreitungsschwache, stenöke Arten (*Eriophorum gracile*, *Hammarbya paludosa*) sprechen für trophische Konstanz.

Literatur

- Aletsee, L., 1967: Begriffliche und floristische Grundlagen zu einer pflanzengeographischen Analyse der europäischen Regenwassermoorstandorte. Beitr. Biol. Pflanzen 43: 117-160, Berlin.
- Braun, W., 1968: Die Kalkflachmoore und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften im bayerischen Alpenvorland. Diss. Botanicae 1: 1-134, Cramer Verlag, Lehre.
- Dierschke, H., 1994: Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. 683 S., Ulmer, Stuttgart.
- Döring, U., 1987: Zur Feinstruktur amphibischer Erlenbruchwälder. Tuexenia 7, S. 347-366, Göttingen.
- Ellenberg, H., 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 989 S., Ulmer, Stuttgart.
- Neuhäusl, R., 1970: Wertung der strukturellen Merkmale der Waldhochmoorvegetation. in Tüxen, R., (ed.), Gesellschaftsmorphologie, Ber. Int. Symp. Rinteln 1966: 240-249, Den Haag.
- Osvald, H., 1925: Die Hochmoortypen Europas. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 3: 707-723, Zürich.
- Paul, H. & S. Ruoff, 1932: Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. Teil 2. Ber. Bayer. Bot. Ges. 20: 1-264, München.
- Tremmel K., 1992: Wandel der Kulturlandschaft im Bayerischen Alpenvorland. Unveröff. Diplomarbeit Fachbereich Landespflege, FH Weihenstephan.
- Wagner, A., 1993: Vegetationsökologische Untersuchungen an minerotrophen Bergkiefernmooren im mittleren bayerischen Alpenvorland. Unveröff. Diplomarbeit TU München, Freising-Weihenstephan.

A.2 Die Vegetation des Oberen Loisachtales zwischen Eschenlohe und Oberau Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf ein Talökosystem

Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dr. W. Braun, Dipl.-Ing. N. Kühn

1 Naturräumliche Grundlagen

Geologie des Oberen Loisachtales

Das Obere Loisachtal durchschneidet die nördlichste Kette der Nördlichen Kalkalpen in SSW-NNE-Richtung (siehe Abb. 2). Diese alte Talbildung wurde im Pleistozän zu einem Trogtal überformt und durch kalkalpine Kiese und Schotter aus Bergsturzmaterial, Moränenschutt oder fluvialer Herkunft verfüllt. Im Spät- und Postglazial kam es dabei auch zu Seebildungen, die Ablagerungen von Seetonen zur Folge hatten. Heute kann man im wesentlichen zwei solcher Seeton-schichten unterscheiden, die als Grundwasserstauer wirken (Abb. 5).

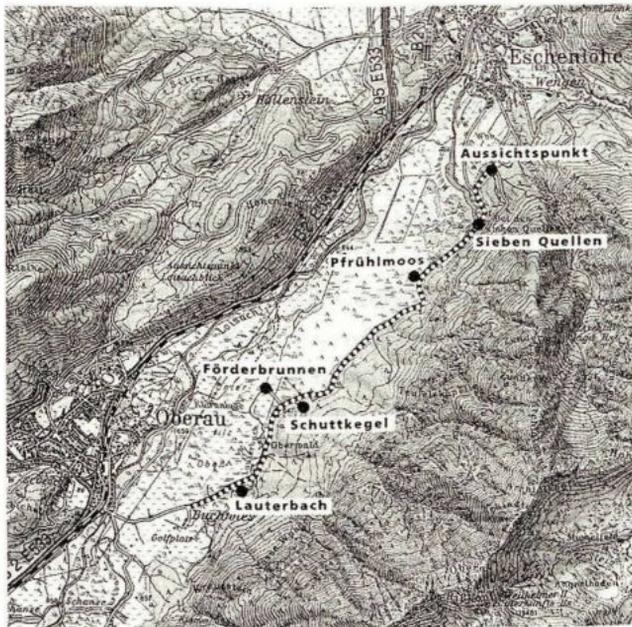


Abb. 4: Oberes Loisachtal zwischen Eschenlohe und Farchant.

An Fuß am Ostrand des Tales von Eschenlohe nach Oberau.

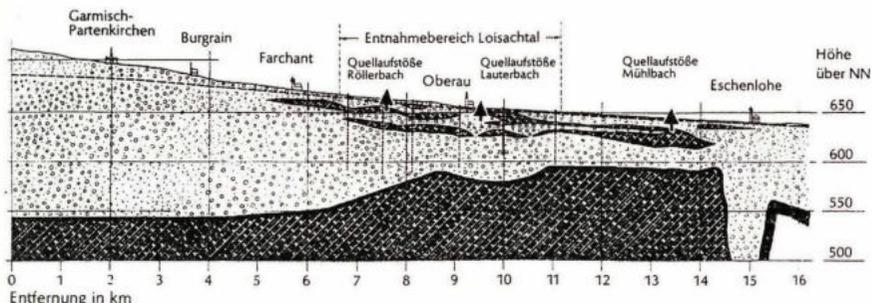


Abb. 5: Hydro-geologischer Längsschnitt durch das Obere Loisachtal von Garmisch-Partenkirchen bis Eschenlohe

Wasserhaushalt des Oberen Loisachtales

Die Loisach durchfließt das Tal in seiner Gesamtheit. Sie entspringt im Kalkalpin und hat bis Garmisch ein Einzugsgebiet von 392 km^2 , bis Eschenlohe 467 km^2 . Ihr durchschnittlicher Abfluß beträgt $18,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Pegel Eschenlohe). Die Loisach steht mit dem Grundwasser des Oberen Stockwerks in Verbindung. Oberhalb Oberau filtrierte sie in das Grundwasser, während sie nördlich Oberau aus dem Grundwasser gespeist wird.

Über der obersten Seetonschicht liegt das Obere Grundwasserstockwerk. Es hat eine Mächtigkeit zwischen 5-15 m, im Süden beträgt sein Flurabstand etwa 5 m, während es im Norden des Gebietes die Oberfläche erreicht. Sie ist für die Entstehung der Moor im Talraum verantwortlich.

Ein Unteres Grundwasserstockwerk baut sich über der unteren Seetonschicht auf. Diese Grundwasserstockwerk steht unter Druck, da sich die Mächtigkeit des Leiters von Süden nach Norden von 75 auf 20m verringert. Zusätzlich verengt sich das Tal seitlich. Somit kommt es im Bereich der Fenster der oberen Seetondecke zu Grundwasseraufstößen, die die Geländeoberfläche erreichen. Diese Quellaufstöße speisen die verschiedenen Bäche, die in die Loisach einmünden. Einzig der Mühlbach, der an den Sieben Quellen entspringt, erhält vorwiegend Karstwässer.

Die Bäche und vor allem die Loisach können bei Hochwasser weite Teile des Talraumes überschwemmen. Sie führen mineralische Ablagerungen mit sich, die dann breitflächig abgelagert werden. An diesen Stellen wird die Moorgenese immer wieder zurückgeworfen, es kann auf lange Sicht kein Hochmoor entstehen, auch wenn dies von den Klimabedingungen so zu erwarten wäre. Hochmoore sind deshalb als Inseln im Talraum dort ausgebildet, wo sie keine Einschwemmungen mehr erreichen können.

Klima

Das Klima des Oberen Loosachtales besitzt die charakteristischen kühl, humiden Züge, die den Bereich des Alpenrandes kennzeichnen. Die mittleren jährlichen Niederschlagssummen liegen zwischen 1300 und 1500 mm (Garmisch-Partenkirchen 1389 mm, Oberau 1487 mm). Infolge häufiger starker Gewitterregen wird das monatlichen Niederschlagsmaximum in Juni erreicht.

Der kälteste Monat ist der Januar, der wärmste der Juli. Der jährliche Mittelwert liegt bei 6,5 °C. Häufiger entwickeln sich im Loosachtal auch Kaltluftseen mit Temperaturumkehr. Andererseits treten hier begünstigt durch das Alpenquertal stärkere Föhnwinde auf.

Böden

Die Böden reichen von flachgründigen Rendzinen aus Schottern über Braunerden bis zu verschiedenen Gleyen und Aueböden. Im zentralen Bereich des Tales, beiderseits der Loosach und ihrem Auwaldgürteln, haben sich Torfe in Nieder-, Übergangs- und Hochmooren entwickelt. Allerdings zeigen die Torfe der Nieder- und Übergangsmoore immer wieder Mischlagerungen mit mineralischen Horizonten, die aus den Einschwemmungen bei Hochwasser resultieren.

2 Vegetation

Aufgrund der landschaftlichen Gegebenheiten hat sich eine besonders vielfältige Vegetation im Talgrund entwickelt. Sie umfaßt Wirtschaftsgrünland, Streuwiesen, Kalkmagerrasen, Moore, Auwälder und Quellbäche. Nach BRAUN (1996) wurden mindestens 73 verschiedene Pflanzengesellschaften höherer Pflanzen erfaßt (siehe Tab. im Anhang). In diesen finden sich ca. 550 Gefäßpflanzen. Hiervon sind nach der „Roten Liste“ eine Art vom Aussterben bedroht, 12 stark gefährdet und 64 gefährdet (siehe Tab. 1).

Die gesamte Vegetation des Untersuchungsgebietes ist ganz erheblich vom wirtschaftenden Menschen geprägt. Von Natur aus wäre das Loosachtal außer an den extrem nassen und/oder nährstoffarmen Stellen (Hochmoorkern des Pfrühlmooses, Übergangsmoore, Großseggenrieder und Röhrichte) vom Wald eingenommen. Allerdings sind auch die vorhandenen, wenigen Waldreste nicht mehr natürlich, sondern durch Waldweide, Holzentnahme, Aufforstung, Wegebau, Loosach-Begradigung etc. mehr oder weniger stark beeinflußt. Wir können sie aber, soweit sie noch in ihrer Artenzusammensetzung einigermaßen dem Ausgangszustand entsprechen, als bedingt naturnah bezeichnen. Die aus ihnen durch extensive Bewirtschaftung hervorgegangenen

halbnatürlichen Pflanzengesellschaften (Magerrasen, Pfeifengraswiesen, Kleinseggenrieder) würden in der Naturlandschaft nur kleinflächig an extremen oder durch Naturkatastrophen von der Waldbedeckung entblößten Stellen vorkommen. Bei intensiver Bewirtschaftung (Düngung, tiefgreifende Entwässerung) gehen aus ihnen naturferne Wirtschaftswiesen hervor.

Tab. 4.: Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen im Loisachtal bei Oberau

Wissenschaftliche Bezeichnung	Gefährdungsgrad	Deutscher Name
<i>Allium carinatum</i> ssp. <i>carinatum</i>	3	Gekielter Lauch
<i>Allium suaveolens</i>	3	Wohlfriechender Lauch
× <i>Andromeda polifolia</i>	3	Rosmarinheide
<i>Apium repens</i>	2	Kriechende Sellerie
<i>Arnica montana</i>	3	Berg-Wohlverleih
<i>Blysmus compressus</i>	3	Zusammengedrückte Quellbinse
× <i>Carex chordorrhiza</i>	3	Fadenwurzel-Segge
× <i>Carex davalliana</i>	3	Davalls Segge
× <i>Carex hostiana</i>	3	Saum-Segge
× <i>Carex lasiocarpa</i>	3	Faden-Segge
× <i>Carex limosa</i>	3	Schlamm-Segge
<i>Carex pauciflora</i>	3	Wenigblütige Segge
× <i>Cirsium tuberosum</i>	3	Knollige Kratzdistel
<i>Cladium mariscus</i>	3	Schneidriet
<i>Cyperus flavescens</i>	2	Gelbes Zypergras
× <i>Dactylorhiza incarnata</i> var. <i>incarnata</i>	3	Fleischfarbiges Knabenkraut
<i>Dactylorhiza incarnata</i> var. <i>ochroleuca</i>	2	Gelblichweißes Knabenkraut
× <i>Dactylorhiza fuchsii</i>	3	Fuchsens Knabenkraut
<i>Dactylorhiza majalis</i>	3	Breitblättriges Knabenkraut
× <i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	2	Traunsteiners Knabenkraut
<i>Dianthus superbus</i> ssp. <i>superbus</i>	3	Prachtnelke
× <i>Drosera anglica</i>	3	Langblättriger Sonnentau
<i>Drosera intermedia</i>	3	Mittlerer Sonnentau
× <i>Drosera rotundifolia</i>	3	Rundblättriger Sonnentau
<i>Dryopteris cristata</i>	2	Kammförmiger Wurmfarne
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	3	Armbütige Sumpfbirse
× <i>Epipactis palustris</i>	3	Echte Sumpfwurze
<i>Equisetum variegatum</i>	3	Bunter Schachtelhalm
<i>Eriophorum gracile</i>	1	Schlankes Wollgras
× <i>Eriophorum latifolium</i>	3	Breitblättriges Wollgras
× <i>Gentiana asclepiadea</i>	3	Schwalbwurze-Enzian
<i>Gentiana clusii</i>	3	Clusius Enzian
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	3	Lungen-Enzian
<i>Gentiana utriculosa</i>	3	Schlauch-Enzian
<i>Gentiana verna</i>	3	Frühlings-Enzian
<i>Gladiolus palustris</i>	2	Sumpf-Siegwurze
<i>Groenlandia densa</i>	3	Dichtblättriges Laichkraut
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	3	Wohlfriechende Händelwurze
<i>Hammarbya paludosa</i>	2	Weichstendel
<i>Hermannium monorchis</i>	2	Elfenstendel
<i>Hippuris vulgaris</i>	3	Tannenwedel
<i>Hypochoeris maculata</i>	3	Geflecktes Ferkelkraut
<i>Laserpitium prutenicum</i>	2	Preußisches Laserkraut
<i>Leontopodium alpinum</i>	2	Edelweiß

<i>Leucojum vernum</i>	3	Frühlings-Knotenblume
✕ <i>Liparis loeselii</i>	2	Glanzstendel
<i>Lycopodiella inundata</i>	3	Sumpf-Bärlapp
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	3	Straußblütiger Gilbweiderich
<i>Matteucia struthiopteris</i>	3	Straußfarn
<i>Nymphaea alba</i> var. <i>minor</i>	3	Kleine Seerose
<i>Ophrys insectifera</i>	3	Fliegen-Ragwurz
<i>Orchis militaris</i>	3	Helm-Knabenkraut
<i>Orchis morio</i>	3	Kleines Knabenkraut
✕ <i>Pedicularis palustris</i>	3	Sumpf-Läusekraut
<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i>	2	Karlszepter
<i>Pinguicula alpina</i>	3	Alpen-Fettkraut
✕ <i>Pinguicula vulgaris</i>	3	Gewöhnliches Fettkraut
<i>Potamogeton filiformis</i>	2	Faden-Laichkraut
<i>Potamogeton friesii</i>	3	Stachelspitziges Laichkraut
<i>Primula farinosa</i>	3	Mehlprimel
<i>Pulicaria dysenterica</i>	3	Großes Flohkraut
<i>Rhynchospora alba</i>	3	Weißes Schnabelriet
✕ <i>Schoenus ferrugineus</i>	3	Rostrotetes Kopfried
✕ <i>Scheuchzeria palustris</i>	3	Blumenbinse
<i>Scorzonera humilis</i>	3	Niedrige Schwarzwurzel
<i>Selaginella selaginoides</i>	3	Gezählter Moosfarn
<i>Swertia perennis</i>	3	Blauer Sumpfstern
<i>Trichophorum alpinum</i>	3	Alpen-Wollgras
<i>Thelypteris palustris</i>	3	Sumpffarn
<i>Thesium alpinum</i>	3	Alpen-Leinblatt
<i>Trifolium fragiferum</i>	3	Erdbeer-Klee
<i>Triglochin palustre</i>	3	Sumpf-Dreizack
<i>Trollius europaeus</i>	3	Trollblume
<i>Utricularia intermedia</i>	3	Mittlerer Wasserschlauch
<i>Utricularia australis</i>	3	Verkannter Wasserschlauch
<i>Utricularia minor</i>	3	Kleiner Wasserschlauch
✕ <i>Vaccinium oxycoccus</i>	3	Gewöhnliche Moosbeere

Gefährdungskategorien: 1 vom Aussterben bedroht, 2 stark gefährdet, 3 gefährdet

Hochmoorvegetation

Die zentralen Teile des Pfrühlmooses werden von Hochmooren eingenommen. Das Pfrühlmoos ist ein symmetrisch aufgewölbtes, ombrogenes Hochmoor mit eigenem Moorwasserspiegel. Schlenkengesellschaften (*Rhynchosporion*) nehmen eine sehr feuchte Zone im südwestlichen Teil des Pfrühlmooses ein und treten im Komplex mit Torfmoosbültengesellschaften auf zentralen Teilen des Pfrühlmooses auf. Hier sind vor allem die Gesellschaften des Weißen Schnabelrieds (*Rhynchosporium albae*) und der Schlamm-Segge (*Caricetum limosae*) anzutreffen. Abgesehen von den Charakterarten zeichnen sich beide durch das Vorkommen von Mittlerem Sonnentau (*Drosera intermedia*), Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*), Weichstendel (*Hammarbya paludosa*) und Sumpf-Bärlapp (*Lycopodiella inundata*) aus.

Weite unbestockte Teile des Pfrühlmooses sind von der Roten Torfmoosbültengesellschaft (*Sphagnetum medii*) bedeckt. Seine Kennarten sind Mittleres und Rotes Torfmoos (*Sphagnum magellanicum*, *Sph. rubellum*) sowie Steifes Filzmützenmoos (*Polytrichum strictum*). Die Gesellschaft des baumbestandenen Hochmoor-Randgehänge ist das Hochmoor-Latschendickicht (*Pino-Sphagnetum*). Die vorherrschende Gehölzart ist hier stets die Bergkiefer in der niederliegenden Strauchform, der Latsche.

Übergangsmoorvegetation

Übergangsmoore kommen im Kern des Ober- und Unterfilzes, im Nordteil des Pfrühlmooses (als Schwingrasen) und südlich Oberau zwischen Bahnlinie und Ronetsbach vor.

Das Braunseggenried (*Caricetum fuscae*) zeichnet sich im Arbeitsgebiet durch Braunsegge (*Carex fusca*), Sternchen-Segge (*Carex echinata*) und Schmalblättriges Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) aus.

Das Rasenbinsenmoor (*Trichophoretum caespitosi*) wird durch die bestandsbildende Rasenbinse (*Trichophorum caespitosum*) gekennzeichnet. Neben Elementen der Kalkflachmoorvegetation treten hier bereits Hochmoorpflanzen auf.

Während das Rasenbinsenmoor an relativ hohen Stellen wächst, wo das Wasser gut abfließen kann, gedeiht das Fadenseggenried (*Caricetum lasiocarpae*) in tiefelegenen, oft unter Wasser stehenden Moorteilen. Neben der bestandsbildenden Faden-Segge (*Carex lasiocarpa*) zeichnet es sich durch Arten nordischer Herkunft, sogenannte Eiszeitrelikte, aus, wie Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*), Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), Schmalblättriges und Schlankes Wollgras (*Eriophorum angustifolium*, *E. gracile*).

Auf Übergangsmoorstandorten wird die Latsche der Hochmoore durch die hochwüchsige Form der Bergkiefer, die Spirke ersetzt. Die bedeutendsten Vorkommen des Spirkenwaldes (*Pino-Sphagnetum*) befinden sich am Westrand des Pfrühlmooses. Hier leben im Unterwuchs neben Zwergsträuchern auch eine Menge von Niedermoor- und Streuwiesenarten.

Ein weiterer Übergangs-Moorwald ist der Fichten-Moorwald (*Bazzanio-Piceetum*) mit der Fichte (*Picea abies*) als von Natur aus die dominierender Baumart. Daneben kann die Schwarzerle mit geringem Deckungsgrad auftreten. Die Strauchschicht ist wegen Lichtmangel stark reduziert. Charakteristische Arten in der Krautschicht sind Tannen-Bärlapp (*Huperzia selago*), Heidel- und Preiselbeere (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*), in der Mooschicht Peitschenmoos (*Bazzania trilobata*) und verschiedene Torfmoose (*Sphagnum palustre*, *Sph. fallax*).

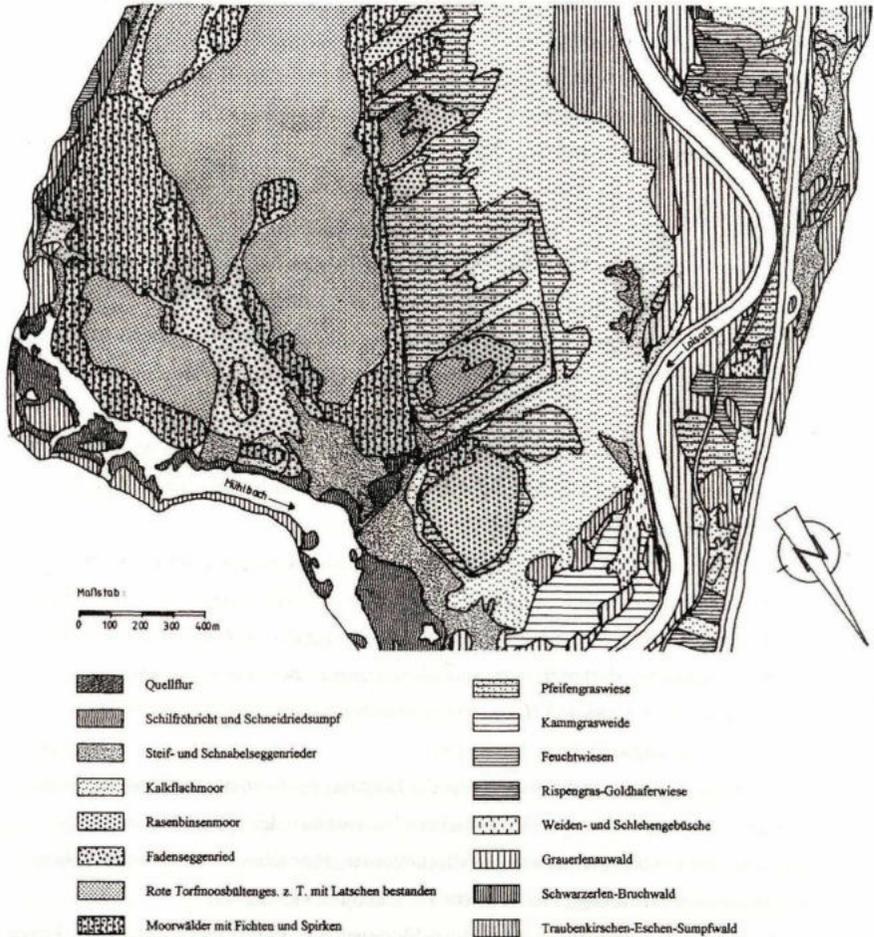


Abbildung 6: Ausschnitt aus der vereinfachten Vegetationskarte Oberes Loisachtal. Bereich Mühlbach südlich von Eschenlohe (nach BRAUN 1996)

Quellfluren und Verlandungsbestände

Die Quellflur (*Cratoneuretum*) zeichnet sich im Arbeitsgebiet durch besonderen Reichtum an Moosen aus. Kennart ist das Starknervmoos (*Cratoneurum commutatum*). Kleinflächig kommt sie

an vielen Stellen mit Quellwasseraustritten am Fuß des Estergebirges vor. Das einzige großflächige Vorkommen befindet sich im Bereich der „Sieben Quellen“ bei Eschenlohe. Dort ist sie stark mit Elementen der Bachröhrichte, wie Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) und Kleinblütigem Weidenröschen (*Epilobium parviflorum*) durchsetzt.

Verlandungsbereiche von Fließgewässern und Altwässern sowie Niedermoorbereiche mit zeitweise über der Erdoberfläche stehendem Wasser zeichnen sich durch Röhrichte und Großseggenriede aus. Das Schilfröhricht (*Phragmitetum*) ist besonders großflächig im Stauwurzelbereich des Mühlbaches oberhalb des Eschenloher Wehres entwickelt. Weiter oberhalb tritt an Quellarmen des gleichen Baches der Schneidriedsumpf (*Cladietum marisci*) auf. Die verbreitetste Großseggengesellschaft ist das Nichtbültige Steifseggenried (*Scorpidio-Caricetum dissolutae*). Es beherrscht vor allem weite Strecken im Lagg des Pfrühlmooses mit kalkreich-oligotrophen Standortverhältnissen. An entsprechenden Stellen mit eutrophen Standortverhältnissen, wie sie im Einflußbereich der Grauerlen-Auwälder und Schwarzerlenbrücher vorkommen, steht dagegen das Bültige Steifseggenried (*Caricetum elatae*). In Buchten und Quellbächen und in verlandenden Bacharmen bildet das Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*) dichte Bestände. Hierzu wurde auch die Gesellschaft der österreichischen Sumpfbirse (*Eleocharitetum austriacae*) gestellt, welche an den Ursprüngen vorkommt. Diesen steht in eutrophen Mulden, die von angrenzenden Wiesen beeinflusst sind, das Sumpfsseggenried (*Caricetum acutiformis*) gegenüber.

Niedermoorvegetation

Niedermoores mit weniger hoch stehendem Wasserstand werden überwiegend von kalkreich-oligotrophen Kleinseggenrieden beherrscht, die auch als Kalkflachmoor zusammengefaßt werden. Am verbreitetsten ist der Mehlprimel-Kopfrietrasen (*Primulo-Schoenetum ferruginei*). Seine Charakterart ist das bestandsbildende Rostbraune Kopfriet (*Schoenus ferrugineus*). Daneben enthält er zahlreiche attraktive und schützenswerte Pflanzen, wie Mehlprimel (*Primula farinosa*), Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*), Breitblättriges Wollgras (*Eriophorum latifolium*), Fleischrotes Knabenkraut und seine weiße Varietät (*Dactylorhiza incarnata*, *D. inc. var. ochroleuca*), Glanzwurz (*Liparis loeselii*), Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*), Stengelloser Enzian (*Gentiana clusii*), Alpenhelm (*Bartsia alpina*) und Alpen-Maßliebchen (*Aster bellidiasstrum*). Etwas weniger verbreitet sind die Gesellschaften des Alpenhaargrases (*Trichophoretum alpini*), der Davallsegge (*Caricetum davallianae*), der Kalkbinse (*Luncetum subnodulosi*) und der Einspelzigen Sumpfbirse (*Eleocharitetum uniglumis*).

In allen anderen Fällen sind Niedermoore bewaldet, entweder in Form des Erlenbruchwaldes oder -auf weniger nassen Böden - des Erlen-Eschenwaldes. Beide Waldtypen wurden häufig geschlagen und auf diese Weise ohne weitere Meliorationsmaßnahmen in Streuwiesen umgewandelt. Der Schwarzerlenbruch (*Carici-Alnetum*) ist die Schlußgesellschaft in der Entwicklung von Niedermooren und kommt somit fast nur auf Torfböden vor. Die Baumschicht wird fast ausschließlich von der Schwarzerle gebildet. Nur selten kommen einzelne Fichten oder Moorbirken hinzu. Eine Strauchschicht fehlt. Typische Arten der Krautschicht sind solche der Verlandungsriede, wie Steifsegge (*Carex elata*), Sumpf-Haarstrang (*Peucedanum palustre*), Heimkraut (*Scutellaria galericulata*), Schlamm-Schachtelhalm (*Equisetum limosum*) und als Assoziations-Kennart vereinzelt die Verlängerte Segge (*Carex elongata*) auf. Häufiger ist der Traubenkirschen-Eschensumpfwald (*Pruno-Fraxinetum*) anzutreffen. Im Gegensatz zum Bruchwald ist er primär auf feuchten Mineralböden zu Hause. In der Baumschicht kommen vor allem Schwarzerle, Esche, Fichte und Traubenkirsche vor. Die Strauchschicht ist gewöhnlich gut entwickelt. In der Krautschicht leben weit verbreitete Charakterarten von Laubwäldern. Im Frühjahr erscheint an verschiedenen Stellen die Frühlings-Knotenblume (*Leucojum vernum*). Im Gebiet begleitet der Traubenkirschen-Eschensumpfwald die Quellbäche und greift von dort aus auch auf Niedermoorbereiche über.

Streuwiesen

Durch jahrhundertelange, extensive Wirtschaftsweisen entstanden im Talraum Streuwiesen. Diese zeichnen sich durch besonderen Artenreichtum und das Vorkommen zahlreicher schützenswerter, z. T. dealpiner Pflanzen aus.

Die Reine Pfeifengraswiese (*Molinietum coeruleae*) ist auf verhältnismäßig gleichmäßig feuchten und mäßig feuchten Moor-, Anmoor- und Gleyböden anzutreffen. Trennarten gegenüber anderen Pfeifengraswiesen sind Trollblume (*Trollius europaeus*) und Bach-Kratzdistel (*Cirsium rivulare*). Hierzu kommen als Kennarten des Verbandes das bestandsbildende Pfeifengras (*Molinia coerulea*), die Mücken-Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*), das Nordische Labkraut (*Galium boreale*), der Teufelsabbiß (*Succisa pratensis*), die Färber-Scharte (*Serratula tinctoria*) und das seltene Karlszepter (*Pedicularis sceptrum-carolinum*).

Das Vorkommen der Knollendistel-Pfeifengraswiese (*Cirsio-Molinietum*) ist dagegen auf wechselfeuchte Teile der Loischauen beschränkt. Ihre Charakterarten sind Knollendistel (*Cirsium tuberosum*), Weidenblättriger Alant (*Inula salicina*) und Spargelschote (*Tetragonolobus maritimus*).

Kalkmagerrasen und Schneeheide-Kiefernwälder

Hierbei handelt es sich um die Vegetation der grundwasserfernen Standorte. Die ursprünglichen Schneeheide-Kiefernwälder (*Erico-Pinetum*) sind durch extensive Beweidung aufgelockert und zum Teil auch ganz verschwunden. An ihrer Stelle sind auf nicht gedüngten Flächen artenreiche, kurzrasige Magerrasen entstanden. Durch Düngung ist die Umwandlung in artenarme, aber ertragsreiche Frauenmantel-Glatthaferwiesen möglich.

Pflanzensoziologisch ist der Kalk-Magerrasen des oberen Loischtales als Silberdistel-Horstseggenrasen (*Carlino-Caricetum sempervirentis*) anzusprechen. Gekennzeichnet wird er durch die Kombination von Charakterarten der Kalk-Magerrasen mit typischen Alpenpflanzen. Zur ersten Gruppe gehören Silberdistel (*Carlina acaulis*), Steife Trespe (*Bromus erectus*), Schillergras (*Koeleria pyramidata*), Sonnenröschen (*Helianthemum ovatum*), Deutscher Enzian (*Gentiana germanica*) u. a., zur zweiten Gruppe Horst-Segge (*Carex sempervirens*), Blaugras (*Sesleria coerulea*), Weidenblättriges Rindsauge (*Buphtalmum salicifolium*), Kugelige Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*), Frühlings-Enzian (*Gentiana verna*) u. a..

Das bedeutendste Vorkommen des wärme- und kalkliebenden Schneeheide-Kiefernwalds (*Erico-Pinetum*) befindet sich auf dem Schwemmkegel des Kuhfluchtgrabens. Dieses stellt geographisch gesehen einen Vorposten des größeren Kiefernwaldareals am Südfuß des Wank und Kramers bei Garmisch-Partenkirchen dar. Die Baumschicht besteht aus locker stehenden Waldkiefern und Fichten. Die Strauchschicht ist nur spärlich entwickelt. Um so artenreicher ist dagegen die Krautschicht. Als die wichtigsten Kennarten sind zu nennen: Schneeheide (*Erica carnea*), Buchsblättrige Kreuzblume (*Polygala chamaebuxus*), Felsen-Zwenke (*Brachypodium rupestre*), Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*), Felsen-Brombeere (*Rubus saxatilis*), Salomonssiegel (*Polygonatum odoratum*) und Purpurrote Stendelwurz (*Epipactis atrorubens*).

Futterwiesen

Im Gegensatz zu den Streuwiesen, Magerrasen und Weiden werden die Futterwiesen nicht nur gedüngt, sondern auch mehrmals jährlich gemäht oder wechselweise gemäht und beweidet. Im Arbeitsgebiet gehören hierzu drei Pflanzengesellschaften, die sich vor allem hinsichtlich ihres Wasserhaushalts unterscheiden.

Die feuchtesten und dementsprechend am wenigsten intensiv bewirtschafteten Flächen werden von der Bachkratzdistelwiese (*Cirsietum rivularis*) eingenommen. Diese wird von der Bach-Kratzdistel

(*Cirsium rivulare*) in Verbindung mit Kennarten des Verbandes der Feuchtwiesen (*Calthion*) charakterisiert, wie Sumpf-Vergißmeinnicht (*Myosotis palustris*) und Sumpf-Pippau (*Crepis paludosa*). Die bedeutendsten Vorkommen befinden sich in Randbereichen von Niedermooren.

Die Engelwurz-Kohldistelwiese (*Angelico-Cirsietum oleracei*) ist von der Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) in Verbindung mit Charakterarten des Verbandes der Feuchtwiesen, wie Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*), Engelwurz (*Angelica sylvestris*) und Bach-Nelkenwurz (*Geum rivulare*) gekennzeichnet, wobei Kennarten der Bachkratzdistelwiese fehlen. Die Gesellschaft läßt auf relativ intensive Bewirtschaftung feuchter Flächen schließen und kommt vor allem in den Bach- und Flußauen vor.

Die Rispengras-Goldhaferwiese (*Poo-Trisetetum*) vermittelt zwischen den tiefgelegenen Glatthaferwiesen und den Gebirgs-Goldhaferwiesen höherer Lagen. Dadurch fehlen ihr Glatthafer, während Verbandskennarten der Glatthaferwiesen durchaus noch vorhanden sind, wie Wiesen-Labkraut (*Galium album*), Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) und Wiesen-Witwenblume (*Knautia arvensis*). Die Gesellschaft stellt die wichtigste Fettwiese des Oberen Loosachtales dar.

Gestörte Flächen, Weiden und Staudenfluren

Gestörte Flächen und Weiden werden durch Pflanzenarten gekennzeichnet, die durch starke mechanische Beanspruchung von Böden (Bodenbewegung, Bodenverdichtung und Staunässe durch Befahren) und der Pflanzendecke (Befahren, Betreten, Verbeißen) in ihrer Entwicklung gefördert werden. Für besonders feuchte Stellen ist die Binsen-Roßminzenflur (*Mentho-Juncetum inflexi*) charakteristisch. Auf kleinen Flächen kommen die Plattbinsen- (*Juncetum compressi*) und die Kriechsellerie-Gesellschaft (*Apium-repens*- Ass.) hinzu.

Die Weidelgrasweide (*Lolio-Cynosuretum*) ist u. a. durch Kammgras (*Cynosurus cristatus*), Weidelgras (*Lolium perenne*), Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*), Weißklee (*Trifolium repens*) und Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis*) gekennzeichnet. Hier handelt es sich um eingekoppeltes, dauernd beweidetes Land.

Nicht genutzte aber mehr oder weniger stickstoffreiche Flächen werden von krautigen Staudenfluren eingenommen. Die Storchschnabel-Mädestüßflur (*Filipendulo-Geranietum*) ist eine hochwüchsige Staudengesellschaft an Gräben und Bächen auf nassen Gley- und Niedermoorböden. Die Pestwurzflur (*Phalaridi-Petasitetum hybridum*) wird durch die Rote Pestwurz (*Petasites hybridus*) charakterisiert, die in der Regel dicht schließende Bestände bildet. Die Pestwurzflur bildet auf feuchten und mäßig feuchten Alluvionen der Loosach Säume im Bereich der Grauerlenaue. Der

Brennessel-Gierschsaum (*Urtico-Aegopodietum*) wird durch Bestände der Brennessel (*Urtica dioica*) oder des Giersches (*Aegopodium podagraria*) gekennzeichnet.

Hecken- und Waldmantelgesellschaften

Das Weiden-Wasserschneeallgebüsch (*Salici-Viburnetum opuli*) besteht im wesentlichen aus Wasserschneeall (*Viburnum opulus*) als Charakterart, der Purpur-Weide und Schwärzenden Weide (*Salix purpurea*, *S. nigricans*), zu denen sich einige weiter verbreitete Kennarten der Mantelgesellschaften gesellen. Weiter verbreitet und auf fast allen Mineralböden des Loosachtales anzutreffen ist das Schlehen-Ligustergebüsch (*Pruno-Ligustretum*). Als Besonderheit ist die Zimtrose (*Rosa cinnamomea*) anzutreffen.

Auwälder

Hierzu zählen die Auwälder der frischen bis feuchten Standorte im Überschwemmungsbereich der Loosach, die sich beidseitig des Flusses als mehr oder minder breiter Gürtel von Farchant bis Eschenlohe hinziehen. Sie gliedern sich in die flußnahen, auf jungen (rohen) Aueböden stockenden Weiden- bzw. Grauerlen- Auwälder und die flußferneren, auf verbrauchten Aueböden stockende Ahorn-Eschenwälder (mit dominierender Esche in der Baumschicht).

Die Lavendelweidenaue (*Salicetum elaeagni*) ist eine Pioniergesellschaft kalkreicher, lockerer Geröllfluren der Alpen. Im Arbeitsgebiet säumt sie das Bett des Kuhfluchtgrabens.

Sehr junge Anschwemmungen der Loosach werden von der Silberweiden-Pappelaue (*Salicetum albae*) besiedelt. Sie ist durch das bestandsbildende Vorkommen von Silberweiden (*Salix alba*) und Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) gekennzeichnet.

Flächenmäßig den größten Anteil an den Auwäldern stellt die Grauerlenaue (*Alnetum incanae*).

Auf weite Strecken hin begleitet sie die Loosach. Charakterisiert wird sie neben der bestandsbildenden Grauerle (*Alnus incana*) vor allem durch den Bunten Eisenhut (*Aconitum variegatum*), die Akeleiblättrige Wiesenraute (*Thalictrum aquilegifolium*), den Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), den Wilden Hopfen (*Humulus lupulus*) und die Traubenkirsche (*Prunus padus*).

Der Ahorn-Eschenauwald (*Aceri-Fraxinetum*) steht auf besonders hoch gelegenen Teilen der Loosachauen mit entsprechend verbrauchten Böden. Er zeichnet sich durch relativ artenreiche Baumschichten aus, in denen Esche, Bergahorn, Bergulme und Fichte vorkommen. Die Strauchschicht ist gewöhnlich reich entwickelt. Als Trennarten gegenüber der Grauerlenaue wirken Weiße Segge

(*Carex alba*), Europäische Sanikel (*Sanicula europaea*), Nickendes Perlgras (*Melica nutans*) und Ausdauerndes Bingelkraut (*Mercurialis perennis*).

Hochwälder frischer und trockener Standorte

Der Seggen-Rotbuchenwald (*Carici-Fagetum*) ist an schattigen Talhängen des Loisachtales weit verbreitet. Neben der Rotbuche bestimmen Fichte, Bergahorn und Esche das Waldbild. Der Unterwuchs wird von kalkliebenden Waldarten beherrscht, wie Weiße Segge (*Carex alba*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Leberblümchen (*Hepatica nobilis*) und Stinkender Hainlattich (*Aposeris foetida*).

3 Die Grundwasserentnahme der Stadt München im Oberen Loisachtal

Seit den 50-er Jahren gab es Überlegungen der Landeshauptstadt München ihren steigenden Wasserbedarf durch Förderanlagen im Oberen Loisachtal zu decken. Bedenken gegen dieses Projekt bestanden zum einen von den dortigen Anwohnern, die Schäden an Gebäuden, Minderungen des Ertrages von Land- und Forstwirtschaft aber auch Auswirkungen auf den Tourismus dieser Region befürchteten. Besonders kritisch wurde es auch von Naturschützern verfolgt, die eine Zerstörung dieses ökologisch wertvollen Talraumes vorhersagten.

In mehreren Anträgen seit 1959 wurde von der Landeshauptstadt München eine Genehmigung zur Grundwasserentnahme von 2,5 m³/s eingefordert. Nach Versagen der Genehmigung 1973 und Widerspruch 1974 wurde ein Großpumpversuch für 1978 anberaumt. Dieser sollte es ermöglichen die langfristigen Auswirkungen beurteilen zu können. Im Jahre 1984 wurde daraufhin schließlich ein Änderungsbescheid erlassen, der eine Bewilligung von bis 1,5 m³/s und eine beschränkte Erlaubnis bis 2,5 m³/s Wasserentnahme beinhaltet. Die Förderung wurde jedoch mit umfangreichen Auflagen zur Beweissicherung verbunden.

Ziel dieses Beweissicherungsverfahrens war es, die Auswirkungen der Grundwasserentnahme im Oberen Loisachtal nach 10-jähriger Förderungsdauer aufzuzeigen, um eine Entscheidung über eine Ausweitung der Bewilligung von jetzt 1,5 auf 2,5 m³/s Wasserförderung herbeizuführen. Es soll also eine Prognose erstellt werden, wie der Landschaftshaushalt auf eine Verdreifachung der jetzigen Förderung (0,81 m³/s) reagiert. Die Entscheidung über die Ausweitung der Förderung steht bislang noch aus.

Wie vorhergesagt kam es während des Förderungszeitraumes zu einem Absinken des Grundwasserstands in beiden Stockwerken. Weiterhin wurde ein Rückgang der Bachschüttungen im Laufe

der Beweissicherung verzeichnet, wie er vorhergesagt worden war. Dies führte während der Wintermonate mitunter zur völligen Austrocknung einiger Seitenzuflüsse der Loisach.

Von gravierenden Folgen für die Vegetation kann bislang nicht gesprochen werden kann. Allerdings gibt es auf einigen der eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen Veränderungen des Artenbestandes, die auf eine zunehmende Austrocknung hindeuten (siehe Anhang 2). Vegetationsveränderungen können aber auch auf Sukzessionsvorgänge zurückzuführen sein, die durch ein Brachfallen von ehemaligen Streuwiesen eintraten (Anhang 3).

In einen direkten Zusammenhang mit der Wasserentnahme und dem daraus resultierendem Trockenfallen der Bäche läßt sich nur der Rückgang der submersen Arten in den Bächen stellen. Diese Entwicklung wurde allerdings in den vorangegangenen Gutachten zur Wasserentnahme prognostiziert und bei der Förderung billigend in Kauf genommen.

Während des Untersuchungszeitraumes wurden nur 54 % der bewilligten bzw. 32 % der erlaubten Fördermenge entnommen. Diese Menge liegt innerhalb der Grenzen, für die eine geringe Gefährdung des Talökosystems vorhergesagt worden war. Wie sich die Erhöhung der Förderung auf die bewilligte Menge von 1,5 m³/s bzw. auf die erlaubte von 2,5 m³/s auswirken wird, kann nicht vorhergesagt werden. Somit bestehen weiterhin Bedenken gegen eine höhere Förderung, die auch durch die Beweissicherung nicht entkräftet werden konnten.

Braun, W., Heinzmann, K.: Auswirkungen der Münchner Trinkwassergewinnung im Oberen Loisachtal. -In: Wasser Abwasser gwf 129 (3), 135-146, 1988.

Braun, W.: Ökologische Beweissicherung für das Fassungsgebiet der Wasserversorgung der Stadt München im Oberen Loisachtal. München, 1984 (unveröff.).

Braun, W.: Ökologisches Situationsgutachten für die Jahre 1984 bis 1993. München, 1996 (unveröff.).

Kühn, N., Pfadenhauer, J.: 10 Jahre Grundwasserförderung und Beweissicherung im Oberen Loisachtal - Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt. -In: Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz Heft 196. Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt (Hrsg.). Wiesbaden, S. 147-157, 1995.

Pfadenhauer, J.: Großpumpversuch 1978 bei Oberau im Tal der Oberen Loisach. Schlußbericht nach Beendigung des Versuches. Teil II. Ökologisches Gutachten. Stuttgart, 1979 (unveröff.).

Anhang 1:

Systematische Übersicht der höheren Pflanzengesellschaften des Loisachtales

A) Süßwasser- und Moorvegetation

1. Klasse: Lemneta minoris, Wasserlinsen-Gesellschaften
 Ordnung: Lemnetalia minoris
 Verband: Lemnion minoris
 Assoziation: Lemnetum minoris MÜLL. et GÖRS 60
 Gesellschaft der Kleinen Wasserlinse
2. Klasse: Charetea fragilis, Armleuchteralgen-Gesellschaften
 Ordnung: Charetalia hispidae
 Verband: Charion asperae
 Assoziation: Charetum hispidae CORILL. 57
 Gesellschaft der Rauhaarigen Armleuchteralge
3. Klasse: Fontinaletea antipyreticae, Brunnenmoos-Gesellschaften
 Ordnung: Leptodictyeta riparii
 Verband: Fontinalion antipyreticae
 Assoziation: Fontinaletum antipyreticae KAISER 26
 Gesellschaft des Brunnenmooses
4. Klasse: Montio-Cardaminetea, Quellfluren
 Ordnung: Montio-Cardaminetalia
 Verband: Cratoneurion commutati
 Assoziation: Cratoneuretum filicino-commutati (KUHN 37) OBERD. 77
 Starknervmoos-Gesellschaft
5. Klasse: Utricularieta intermedio-minoris, Moortümpel-Gesellschaften
 Ordnung: Utricularietalia intermedio-minoris
 Verband: Scordidio-Utricularion
 Assoziation: Scordidio-Utricularietum MULL. et GÖRS 60
 Skorpionmoos-Wasserschlauch-Gesellschaft
 Assoziation: Eleocharitetum quinqueflorae (ZOBRIST 35) BRAUN 68
 Gesellschaft der Armblütigen Sumpfbirse
 Assoziation: Sphagnum cuspidatum-Gesellschaft
 Wassertorfmoos-Gesellschaft
6. Klasse: Potamogetonetea pectinati, Wasserpflanzen-Gesellschaften
 Ordnung: Potamogetonetalia pectinati
 Verband: Ranunculion fluitantis
 Assoziation: Potamogeton-filiformis-Gesellschaft
 Gesellschaft des Faden-Laichkrautes
 Verband: Nymphaeion albae
 Assoziation: Hippuris-vulgaris-Gesellschaft
 Tannenwedel-Gesellschaft
 Assoziation: Potamogeton natans-Gesellschaft
 Gesellschaft des Schwimmenden Laichkrautes
 Assoziation: Nymphaetum albae VOLLM. 47
 Gesellschaft der Kleinen Seerose
7. Klasse: Phragmitetea, Röhrichte und Großseggen-Sümpfe
 Ordnung: Phragmitetalia
 Verband: Phragmition
 Assoziation: Phragmitetum SCHMALE 39
 Schilf-Röhricht
 Assoziation: Eleocharis-austriaca-Gesellschaft
 Gesellschaft der Österreichischen Sumpfbirse

Verband: Magnocaricion

Assoziation: Cladietum marisci ZOBRIST 35

Schneidrietsumpf

Assoziation: Scordio-Caricetum dissolutae BRAUN 68

Gesellschaft der Nichtbültigen Steifsegge

Assoziation: Caricetum elatae W. KOCH 26

Bültiges Steifseggenried

Assoziation: Carex-acutiformis-Gesellschaft

Sumpfschneidriet

Assoziation: Carex-rostrata-Gesellschaft

Schnabelschneidriet

Assoziation: Phalaridetum arundinaceae LIBB. 31

Rohrglanzgras-Röhricht

Assoziation: Glycerietum fluitantis NOW. 30

Flutsüßgras-Bestände

Assoziation: Nasturtietum officinalis (SEIB. 62) OBERD. 67

Brunnenkressen-Bestände

8. Klasse: Scheuchzerio-Caricetea fuscae, Flach- und Zwischenmoor-Gesellschaften

Ordnung: Toffieldietalia

Verband: Caricion davallianae

Assoziation: Primulo-Schoenetum ferrugineri OBERD. 57

Mehlprimel-Kopfnietrasen

Assoziation: Caricetum davallianae DUT. 24

Davallschneidriet

Assoziation: Eleocharitetum uniglumis BRAUN 68

Gesellschaft der Einzelzigen Sumpfbirse

Assoziation: Trichophoretum alpini BRAUN 68

Alpenhaargrasrasen

Assoziation: Caricetum paniceo-lepidocarphae BRAUN 68

Gesellschaft der Schuppensegge

Ordnung: Caricetalia fuscae

Verband: Caricion fuscae

Assoziation: Caricetum fuscae BR.-BL. 15

Braunseggen-Ried

Ordnung: Scheuchzerietalia palustris

Verband: Rhynchosporion albae

Assoziation: Caricetum limosae BR.-BL. 21

Schlammseggen-Schlenke

Assoziation: Rhynchosporium albae W. KOCH 26

Schnabelriet-Schlenke

Verband: Caricion lasiocarphae

Assoziation: Caricetum lasiocarphae W. KOCH 26

Fadenseggen-Moor

Assoziation: Caricetum chordorrhizae PAUL et LUTZ 41

Strickwurzelseggen-Moor

9. Klasse: Oxyccocco-Sphagnetalia, Hochmoor-Gesellschaften

Ordnung: Sphagnetalia magellanici

Verband: Sphagnion magellanici

Assoziation: Sphagnetum magellanici KÄSTN. et FLÖSSN. 33

Rote Torfmoos-Bültengesellschaft

Assoziation: Eriophoro-Trichophoretum cespitosi RUB. 33

Rasenbinsen-Hochmoor

Assoziation: Pino-Sphagnetum KÄSTN. et FLÖSSN. 33

Bergkiefern-Hochmoor

B) Krautige Vegetation oft gestörter Plätze

1. Klasse: Isoleto-Nanojuncetea, Zwergbinsen-Gesellschaften
Ordnung: Cyperetalia fuscii
Verband: Nanocyperion
Assoziation: Cyperetum flavescens W. KOCH 26
Zypergras-Gesellschaft
2. Klasse: Artemisietea vulgaris, mehrjährige Ruderalgesellschaften
Ordnung: Convolvuletalia sepium
Verband: Convolvulion sepium
Assoziation: Convolvulo-Eupatorietum cannabini GÖRS 74
Wasserdost-Staudenflur
Ordnung: Glechometalia hederacea
Verband: Aegopodion podagrariae
Assoziation: Phalarido-Petasitetum hybridi SCHWICK. 33
Pestwurz-Flur
Assoziation: Urtico-Aegopodietum OBERD. 64
Brennessel-Giersch-Saum
Ordnung: Artemisietalia vulgaris
Verband: Arction lappae
Assoziation: Cirsium arvense-vulgare-Gesellschaft
Kratzdisteln-Flur
Assoziation: Impatiens glandulifera-Gesellschaft
Gesellschaft des Indischen Springkrauts
3. Klasse: Agrostietea stoloniferae, Flutrasen und feuchte Weiden
Ordnung: Agrostietalia stoloniferae
Verband: Agropyro-Rumicion
Assoziation: Mentho-Juncetum inflexi LOHM. 53
Blaubinsen-Flur
Assoziation: Juncetum compressi BR.-BL.
Plattbinsen-Gesellschaft
Assoziation: Apium repens-Gesellschaft,
Kriechsellerie-Flur
4. Klasse: Plantaginetea majoris, Trittpflanzen-Gesellschaften
Ordnung: Plantaginetalia maioris
Verband: Polygonion avicularis
Assoziation: Juncetum tenuis SCHWICK. 44
Gesellschaft der Zarten Binse
Assoziation: Lolio-Polygonetum BR.-BL. 30
Vogelknöterich-Trittrasen

C) Steinfluren und alpine Rasen

1. Klasse: Thlaspietea rotundifoliae, Steinschutt- und Geröll-Gesellschaften
Ordnung: Achnatheretalia calamagrostis
Verband: Achnatherion calamagrostis
Assoziation: Achnatheretum calamagrostis BR.-BL. 18
Rauhgras-Trift

D) Anthropo-zoogene Wiesen, Weiden und Rasen

1. Klasse: Molinio-Arrhenatheretea, Grünland-Gesellschaften

Ordnung: Molinietalia coeruleae

Verband: Calthion

Assoziation: Angelico-Cirsietum oleracei TX. 37

Engelwurz-Kohldistelwiese

Assoziation: Cirsietum rivularis NOW. 27

Bachkratzdistelwiese

Assoziation: Juncetum subnodulosi W. KOCH 26

Kalkbinsenwiese

Verband: Filipendulion

Assoziation: Filipendulo-Geraniumetum palustris W. KOCH 26

Sumpfstorchschnabel-Mädesüßflur

Verband: Molinion

Assoziation: Molinietum coeruleae W. KOCH 26

Reine Pfeifengras-Streuwiese

Assoziation: Cirsio-Molinietum OBERD. et PHIL. 74

Knollendistel-Pfeifengras-Streuwiese

Assoziation: Allio-Molinietum GÖRS. 83

Duftlauch-Pfeifengras-Streuwiese

Ordnung: Arrhenatheretalia elatioris

Verband: Arrhenatherion elatioris

Assoziation: Poo-Trisetetum OBERD. 57

Rispengras-Goldhaferwiese

Verband: Cynosurion

Assoziation: Lolio-Cynosuretum BR.-BL. et DE L. 36

Weidelgrasweide

Assoziation: Festuco-Cynosuretum TX. in BUK. 42

Kammgrasweide

2. Klasse: Festuco-Brometea, Trocken- und Halbtrockenrasen

Ordnung: Brometalia erecti

Verband: Mesobromion erecti

Assoziation: Carlino-Caricetum sempervirentis LUTZ 47

Silberdistel-Horstseggenrasen

3. Klasse: Nardo-Callunetea, Borstgrasrasen und Heidekraut-Gesellschaften

Ordnung: Nardetalia

Verband: Violion caninae

Assoziation: Polygalo-Nardetum OBBERD. 57

Kreuzblumen-Borstgrasrasen

E) Waldnahe Staudenfluren und Gebüsche

1. Klasse: Epilobietea angustifolii, Schlagfluren und Vorwald-Gesellschaften

Ordnung: Atropetalia

Verband: Sambuco-Salicion capreae

Assoziation: Senecionetum fuchsii PFEIFF. 36

Fuchsgreiskraut-Schlagflur

Assoziation: Rubetum idaei PFEIFF. 36

Himbeerschlag

2. Klasse: Trifolio-Geranietea, thermophile Saumgesellschaften

Ordnung: Origanetalia vulgaris

Verband: Trifolion medii

Assoziation: Trifolio-Agrimonetum eupatorii TH. MÜLL. 62

Klee-Odermennig-Saum

F) Nadelwälder

1. Klasse: *Erico-Pinetea*, Schneeheide-Kiefernwälder
 Ordnung: *Erico-Pinetalia*
 Verband: *Erico-Pinion*
 Assoziation: *Erico-Pinetum sylvestris* BR.-BL. 39
 Schneeheide-Kiefernwald
2. Klasse: *Vaccinio-Piceetea*, boreale Nadelwälder
 Ordnung: *Piceetalia*
 Verband: *Dicrano-Pinion*
 Assoziation: *Vaccinio-Pinetum rotundatae* OBERD. 34
 Spirken-Moorwald
 Verband: *Piceion abietis*
 Assoziation: *Bazzanio-Piceetum* BR.-BL. et SISS. 39
 Fichten-Moorwald

G) Laubwälder und verwandte Gesellschaften

1. Klasse: *Salicetea purpureae*, Weiden-Gebüsche und -Wälder
 Ordnung: *Salicetalia purpureae*
 Verband: *Salicion elaeagni*
 Assoziation: *Salicetum elaeagni* HAG. 16
 Lavendelweiden-Auwald
 Verband: *Salicion albae*
 Assoziation: *Salicetum albae* ISSL. 26
 Silberweiden-Pappel-Auwald
2. Klasse: *Alnetea glutinosae*, Bruchwälder
 Ordnung: *Alnetalia glutinosae*
 Verband: *Alnion glutinosae*
 Assoziation: *Carici-Alnetum* W. KOCH 26
 Schwarzerlen-Bruchwald
3. Klasse: *Quercu-Fagetea*, Eichen- und Rotbuchenwälder mit verwandten Gesellschaften
 Ordnung: *Prunetalia*
 Verband: *Berberidion*
 Assoziation: *Salici-Viburnetum opuli* MOOR 58
 Weiden-Wasserschneeballgebüsch
 Assoziation: *Pruno-Ligustretum* TX. 52
 Schlehen-Ligustergebüsch
 Ordnung: *Fagetalia sylvaticae*
 Verband: *Alno-Ulmion*, Auen- und Sumpfwälder
 Assoziation: *Alnetum incanae* LUDI.21
 Grauerlen-Auwald
 Assoziation: *Pruno-Fraxinetum* OBERD. 53
 Traubenkirschen-Eschen-Sumpfwald
 Assoziation: *Carici-Fraxinetum* W. KOCH 26
 Winkelseggen-Eschen-Sumpfwald
 Verband: *Tilio-Acerion*
 Assoziation: *Ulmo-Aceretum pseudoplatani* ISSLER 26
 Ulmen-Bergahornwald
 Verband: *Fagion sylvaticae*
 Assoziation: *Carici-Fagetum* MOOR 52
 Seggen-Rotbuchenwald

Anhang 2:

Röllerbachmoos bei Oberau, Dauerbeobachtungsfläche 3
- Veränderungen im Laufe von 13 Jahren -

Röllerbachmoos bei Oberau, Dauerbeobachtungsfläche 3

- Veränderungen im Laufe von 13 Jahren -

Art	F	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1995
Arten von Kalkflachmooren														
Drepanocladus intermedius	9	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2
Carex hostiana	9	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Campylopus stellatum	9	1	+	+	+	+	1	1	1	1	+	+	+	+
Bartsia alpina	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+
Arten von Mooren														
Trichophorum cespitosum	8	+	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Primula farinosa	8	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Epipactis palustris	9	.	r	r	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+
Arten von Grünlandgesellschaften														
Molinia coerulea	7	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Ranunculus nemorosus	5	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	1	1
Euphrasia montana	X	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gentiana pneumonanthe	7	.	.	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+
Polygala amarella	7	.	.	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+
Festuca trichophylla	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	+
Chrysanthemum leucanthemum	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r
Holcus lanatus	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tendenz: Übergang zur Reinen Pfeifengraswiese

Ausgangsbestand: Mehlsprimel-Kopfnietrasen

Anhang 3:

Deublesmoos bei Oberau, Dauerbeobachtungsfläche 12
- Veränderungen im Laufe von 13 Jahren -

Deublesmoos bei Oberau, Dauerbeobachtungsfläche 12

- Veränderungen im Laufe von 13 Jahren -

Art	F	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1995
Arten von Kalkflachmooren														
<i>Campyllum stellatum</i>	9	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula farinosa</i>	8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eriophorum latifolium</i>	9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parnassia palustris</i>	8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Schoenus fernigineus</i>	8	2	2	2	2	1	1	1	+	+	+	+	+	+
Arten von Grünlandgesellschaften														
<i>Prunella vulgaris</i>	5	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leontodon hispidus hastilis</i>	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ranunculus nemorosus</i>	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arten von Übergangsmooren														
<i>Trichophorum cespitosum</i>	8	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Carex panicea</i>	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum angustifolium</i>	9	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1
Arten von Hochmooren														
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	9	+	+	+	+	+	+	1	1	+	+	+	1	1
<i>Drosera rotundifolia</i>	9	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1
<i>Sphagnum magellanicum</i>	9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Andromeda polifolia</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum rubellum</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	2
<i>Polytrichum strictum</i>	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum papillosum</i>	9	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	+
Arten von Zwergstrauchheiden														
<i>Plantanthera bifolia</i>	5	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+
<i>Polygala vulgaris</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Luzula multiflora</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Calluna vulgaris</i>	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polygala chamaebuxus</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Tendenz: Übergang zur Burnten Torfmoosbültengesellschaft

Ausgangsbstand: Mehlpriemel-Kopfhietrasen

Exkursion B: Vegetation voralpiner Grasheiden, ihre Pflege und Neuentwicklung

Dr. habil. D. Maas, Dipl.-Ing. U. Miller, Dipl.-Biol. B. Quinger, Dipl.-Ing. K. Wiesinger

Die Exkursion vermittelt einen Überblick über die Vorkommen von Magerrasen in drei Landschaften des Voralpenraums: Münchner Schotterebene, Jungmoränengebiet zwischen Ammer- und Starnberger See, Glazialtäler der bayerischen Kalkvoralpen (Abb. 1). In Abhängigkeit von Klima, Boden und Nutzungsgeschichte haben sich jeweils unterschiedliche Pflanzengesellschaften entwickelt.



Abb. 1: Route der Exkursion B „Voralpine Magerrasen“

Der starke Rückgang ihrer Flächenausdehnung führt seit einigen Jahren zu verstärkten Schutz-, zunehmend aber auch Rekonstitutionsanstrengungen. Da Erfahrungen mit der Rekonstitution von Kalkmagerrasen unter verschiedenen Ausgangsbedingungen noch sehr dürftig sind, werden verstärkt Versuchsreihen mit unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt. Erste Ergebnisse werden anhand einiger Versuchsfläche besichtigt.

1. Magerrasen der nördlichen Münchner Schotterebene: Garching Haide und Mallertshofer Holz (D. Maas, U. Miller, J. Pfadenhauer & K. Wiesinger)

1.1.1. Allgemeines, Geologie, Böden, Klima

Die Garching Haide (Abb. 2) ist ein bedeutender Überrest der bis Anfang dieses Jahrhunderts weit verbreitet Magerrasen auf flachgründigen, Grundwasserfernen, +/- kalkreichen Niederterrassenschottern. Der Boden ist als Pararendzina aus carbonatreichen Schottern (BAYER. GEOLOGISCHES LANDESAMT 1987) anzusprechen. Der A_4 -Horizont schwankt in seiner Mächtigkeit zwischen 10 und 20 cm. Die Jahresdurchschnittstemperaturen liegen bei 7,5°C. Die durchschnittliche Niederschlagssumme liegt bei 750 mm/a. Insgesamt ist das Klima des Standorts leicht kontinental getönt. Wesentlich für das Auftreten der Magerrasenvege-

tation ist unter diesen Bedingungen neben anderen vor allem die hohe Verdunstungsrate durch ständigen Wind. Der Föhn spielt als klimatischer Faktor dagegen eine untergeordnete Rolle.

Bei diesen Klimabedingungen können die Böden unter Niederterrassenschotter-Heiden zu oberflächlicher Versauerung neigen, so daß zwar jüngere Heidewiesen noch als reine Kalkmagerrasen angesprochen werden können (z.B. die Garching Heide). Auf älteren Schotterablagerungen ist dies teilweise nicht mehr der Fall (z.B. Heidereste im Kreuzlinger Forst, Eichelgarten im Forstenrieder Park).



Abb. 2: Garchinger Haide und Mallertshofer Holz (aus top. Karte 1:50.000 L 7734 Dachau, verkleinert)

Der vollständige Vegetationskomplex von Magerrasen und Hutewäldern, wie er noch um 1850 in den Niederterrassenschotter-Landschaften Südbayerns verbreitet war (SENDTNER 1854), läßt sich bei den Niederterrassenschotter-Heiden außer halb des Voralpinen Hügel- und Moorlandes nirgendwo mehr beobachten. Innerhalb des Voralpinen Hügel- und Moorlandes weisen die Niederterrassenschotter-Heiden dieselben Vegetationsmuster auf wie die Jungmoränen-Standorte; sie können daher dem Kalkmagerrasen-Vegetationskomplex der Hardtwiesen-Fluren zugeordnet werden (vgl. Pkt. 2.).

Der vollständige Vegetationskomplex der Niederterrassenschotter-Heiden in der Münchner Ebene muß heute anhand mehrerer Kilometer voneinander entfernter Flächen rekonstruiert werden. Die Kalkmagerrasen der spätglazialen Schotterfluren der Münchner Ebene repräsentieren

tiert die Garchinger Haide. Für die Saum-, Trockengebüsch- und Trockenwaldgesellschaften dieses Naturraumes bieten der Allacher Forst (durch den Bau des Rangierbahnhofs allerdings stark entwertet) und das Mallertshofer Holz südlich von Eching Anschauungsbeispiele.

Aufgrund ihrer meist flußnahen Lage zeigen die Niederterrassenschotter-Heiden meist eine überdurchschnittlich reiche Florenausrüstung. Die Garchinger Haide ist hierfür geradezu ein klassischer Paradefall.

1.1.2. Traditionelle Nutzung

Auf den Großheiden hat im 19. Jahrhundert die Schafweide die Hauptrolle gespielt, es existierten jedoch auf der Garchinger Heide auch Mahdflächen. Hierfür findet sich eine Notiz bei SENDTNER (1854). Im Süden der Münchener Ebene bargen die Niederterrassenschottergebiete parkartige Weidelandschaften, die physiognomisch weitgehend den Hardten des Voralpinen Hügel- und Moorlandes entsprachen.

Da die Böden auf den Niederterrassenschottern zumeist weiter entwickelt sind als auf den Alluvialschottern, eignen sie sich besser für den Ackerbau. Die im Spätmittelalter angelegten Hochäcker auf der Garchinger Haide (KOLLMANNSSBERGER & GEISEL 1989) beweisen, daß auf den Niederterrassenschotterheiden wenigstens Teilflächen beackert wurden, bevor sie verheideten. In der engeren und weiteren Umgebung der Garchinger Haide konnte nach KOLLMANNSSBERGER & GEISEL (1989) nachgewiesen werden, daß immerhin auf einer Fläche von 4.000 ha wenigstens kurzfristig (wenn wohl auch nicht gleichzeitig) die Hochackerwirtschaft betrieben wurde. Die floristische Ausstattung der Garchinger Haide ist sicher durch die in diesem Gebiet stattfindende Hochackerwirtschaft beeinflußt worden. Zu den (ehemaligen) Nutznießern eines Nebeneinanders von Heide und Hochackerbaus dürfte *Linum perenne* gehören.

1.1.3. Zustand, Gefährdung

Von den Großheiden der Münchener Ebene blieb einzig von der Garchinger Haide ein ca. 25 Hektar großer Rest erhalten, der dem früheren Heidezustand nahekommt. Mitte des 19. Jahrhunderts umfaßte die Garchinger Haide noch ca. 5.000 Hektar (SENDTNER 1854). Weitere Überreste von Magerrasen finden sich im Mallertshofer Holz, auf der Fröttmaninger Haide und auf der sog. „Panzerwiese“ bei Neuherberg. Die letzteren drei sind oder waren bis vor kurzem durch militärischen Übungsbetrieb bzw. durch intensive Naherholungsnutzung stark beeinträchtigt. Die zunehmende Isolation der Magerrasenflächen und mangelnde Pflege in weiten Bereichen lassen es geraten erscheinen, Regenerations- und Renaturierungsmaßnahmen sowie eine zielgerichtete Nutzungs- bzw. Pflegekonzepte zu erarbeiten (WIESINGER & PFADENHAUER; MAAS 1994). Der im Vergleich zu Beginn dieses Jahrhunderts veränderten Umgebungssituation in den Haidegebieten nördlich von München (PFADENHAUER & LIEBERMANN 1986) muß im Rahmen solcher Konzeptionen Rechnung getragen werden.

1.1.4. Pflanzengemeinschaften der Garchinger Haide:

PULSATILLO-CARICETUM HUMILIS Gauckl. 1938 em. Oberd. & Korneck 1978 (Graulöwenzahn-Erdseggenrasen).

Carex humilis-Rasen mit *Globularia punctata*, *Teucrium montanum* und *Fumana procumbens* als Kennarten. Verarmten Ausbildungen der schwäbisch-bayerischen Hochebene fehlt zu meist *Fumana procumbens*. Im Gegensatz zu den artenreichsten Vorkommen in der südöstlichen Fränkischen Alb fehlen hier Steppen-Arten wie *Stipa pulcherrima*, *Silene otites* u. a. (GAUCKLER 1938; MÜLLER 1990). Dafür treten dealpine Arten wie z. B. *Globularia cordifolia* neu hinzu. Außerdem wird auf der Garchinger Haide *Brachypodium pinnatum* durch *Brachypodium rupestre* ersetzt (*Brachypodium rupestre*-Variante der Ges.).

ADONIS VERNALIS-BRACHYPODIUM RUPESTRE-Gesellschaft (Adonisröschen-Steinzwenzkenrasen; LIPPERT 1989; SCHUHWERK 1990), einziges verbliebenes Vorkommen dieser Gesellschaft in Deutschland.

Die Adonisröschen-Fiederzwenzken-Halbtrockenrasen sind Vertreter eines wiesensteppenartigen Kalkmagerrasen-Typs im östlichen Mitteleuropa. In ihm sind Steppenarten wie das namengebende Adonisröschen, die Purpur-Schwarzwurzel, die Sand-Esparsette, das Mittlere Leinblatt und andere mehr angereichert. Hauptbestandbildner ist *Brachypodium pinnatum*, daneben tritt unter den Gräsern häufig der subkontinentale Furchen-Schwingel hervor. Auf der Garchinger Haide fehlt allerdings *Brachypodium pinnatum* vollständig und wird durch *Brachypodium rupestre* ersetzt. Die Ausstattung des Adonisröschen-Steinzwenzkenrasens mit Steppenarten ist geringer, das submediterrane Geoelement tritt dagegen stärker hervor, das dealpine Element tritt neu hinzu. Deshalb erscheint es zweckmäßig, von einer eigenständigen *Adonis vernalis*-*Brachypodium rupestre*-Gesellschaft zu sprechen, die sich dem ADONIDO-BRACHYPODIETUM PINNATI nicht mehr ohne weiteres zuordnen läßt.

1.2.1. Renaturierungsvorhaben zur Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München

Zusammen mit den Gebieten „Fröttmaninger Haide“ und NSG „Mallertshofer Holz und Heiden“ sollen die Haiden im Münchner Norden gesichert und entwickelt werden. Ein programmatischer Ansatz ist vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz geleistet worden, das ein Konzept zur Sicherung und Entwicklung der Heideflächen im Norden von München erstellt hat. Die organisatorische und verwaltungstechnische Arbeit für dieses Projekt wird vom Heideflächenverein Münchner Norden e.V. geleistet, der eigens dafür gegründet wurde. Im Rahmen dieses Vorhabens wurde vom Bundesamt für Naturschutz ein Forschungsprojekt zur Sicherung und Entwicklung der Haiden im Münchener Norden vergeben mit dessen Leitung Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, TUM beauftragt wurde. Die Projektlaufzeit ist von 1994 bis voraussichtlich 1998.

1.2.2. Ziel der wissenschaftlichen Untersuchungen

Das Forschungsprojekt hat zum einen das Ziel, die im NSG vorhandene Vegetation und Fauna

auf benachbarte, bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen auszuweiten. Zum Anderen sollen Korridore zwischen den einzelnen, isolierten Heidestücken hergestellt werden. Die wissenschaftlichen Untersuchungen gliedern sich in einen vegetationskundlich-standörtlichen, faunistischen und mykologischen Teil. Ziel der wissenschaftlichen Untersuchungen ist die Klärung der Vorgänge bei der Wiederbesiedlung von Kalkschotter-Rohböden bzw. von nährstoffreichen Ackerböden durch Heidearten. Unter bestimmten Voraussetzungen (Langfristigkeit der Entwicklung, Heideflächen in unmittelbarer Nachbarschaft) können auf Ackerparzellen Heidearten etabliert werden.

1.2.3. Vegetationskundliches Versuchsprogramm

Auf den eingerichteten Versuchsflächen mit einer Mindestgröße von 50x50 m sollen verschiedene Entwicklungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Erfolgsrate untersucht werden. Das Versuchsprogramm besteht aus Kombinationen von 3 Maßnahmenkomponenten:

- mit/ohne Aufbringen von diasporenhaltigem Mähgut
- mit/ohne Abtrag des nährstoffbelasteten Oberbodens
- mit/ohne Aushagerung durch Entfernung der Biomasse durch Mahd und Beweidung
- Die Versuchsflächen befinden sich zum einen im Arrondierungsbereich des Naturschutzgebietes, und grenzen zum Teil direkt an das bestehende Naturschutzgebiet. Zum anderen befinden sich die Projektflächen im Biotopverbundbereich zwischen den Naturschutzgebieten „Mallertshofer Holz und Heiden“ und „Garchingener Heide“.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen verfolgen die Entwicklungsgänge der Vegetationsbestände auf repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen. Die Vegetationsaufnahmen und Biomassebeprobungen sowie bodenkundliche Untersuchungen erfolgen einmal pro Jahr.

1.2.4. Erste Ergebnisse zur Vegetationsentwicklung mit der Maßnahme Mähgutübertragung

- Das Aufbringen von diasporenhaltigem Mähgut, das im Naturschutzgebiet gewonnen wurde, zeigt erste Erfolge: Der überwiegende Teil der im Mähgut nachgewiesenen Pflanzenarten konnte in den ersten beiden Untersuchungs Jahren auf den Versuchsflächen nachgewiesen werden: *Achillea millefolium*, *Agrimonia eupatoria*, *Anthericum ramosum*, *Anthyllis vulneraria*, *Arabis hirsuta*, *Arrhenaterum elatior*, *Asperula cynanchica*, *Asperula tinctoria*, *Betonica officinalis*, *Biscutella laevigata*, *Brachypodium rupestre*, *Briza media*, *Bromus erectus*, *Buphtalmum salicifolium*, *Campanula glomerata*, *Centaurea jacea*, *Centaurea scabiosa*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Coronilla vaginata*, *Dianthus carthusianorum*, *Dorycnium germanicum*, *Euphrasia officinalis*, *Festuca ovina* agg., *Galium mollugo*, *Galium verum*, *Genista tinctoria*, *Globularia punctata*, *Helianthemum nummularium*, *Koeleria pyramidata*, *Leontodon hispidus*, *Leontodon incanus*, *Linum catharticum*, *Linum perenne*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Peucedanum oreoselinum*, *Plantago lanceolata*, *Plantago media*, *Rhinanthus glacialis*, *Salvia verticillata*, *Salvia pratensis*, *Sanquisorba minor*, *Scabiosa columbaria*, *Senecio jacobea*, *Silene vulgaris*, *Thymus praecox*,

- Innerhalb der o. g. Gruppe von Arten haben folgende Pflanzenarten eine sehr hohe Dispersionsfähigkeit auf den Untersuchungsflächen: *Linum perenne*, *Centaurea scabiosa*, *Rhinanthus glacialis*, *Anthyllis vulneraria*, *Galium verum*, *Galium mollugo*, *Bromus erectus*, *Helianthemum nummularium*.

Weitere Untersuchungen zur Etablierung und Entwicklung von Heidearten erfolgen in einem populationsökologischen Versuchsprogramm an gepflanzten und direkt ausgesäten Magerrasenarten. Die Pflanzenarten (Bsp. Staudenlein, *Linum perenne*) wurden zu Versuchsbeginn in kleine Untersuchungsflächen von 1x1m eingebracht. Die vegetative und generative Entwicklung und Reproduktion der Individuen in Abhängigkeit der vorherrschenden Umweltbedingungen werden mit phänometrischen Parameter erfasst.

2.0. Kalkmagerrasen des westlichen Ammer-Loisach-Hügellandes

(B. Quinger)

2.1. Allgemeines, Geologie, Boden, Klima

Im westlichen Ammer-Loisach-Hügelland sind die Kalkmagerrasen-Vorkommen fast ausschließlich über allochthonen Unterlagen angesiedelt und nicht wie in der Fränkischen Alb über autochthonen Gesteinen, denen die dort verbreiteten Jurakalke angehören. Als edaphische Unterlage der Kalkmagerrasen herrschen im Gebiet vor allem folgende Lockergesteine pleistozänen und holozänen Ursprungs vor (BAYER. GEOLOG. LANDESAMT 1986): stark kiesige Moränenablagerungen des Ammer-Loisach-Hügellandes, vor allem an Kuppen und Flanken der End- und Rückzugsendmoränen, der Drumlins und der zu den Kamesbildungen gehörenden Tumuli; Niederterrassenschotter insbesondere entlang des Lechs; Alluvialschotter des Lechs; auf natürlich trockenengefallenen Kalk-Tuffen wie beispielsweise an mehreren Stellen in der Ammerschlucht.

Das Bodentypenspektrum reicht von flachgründigen Pararendzinen bis zu flachgründigen Parabraunerden aus Jungmoränenmaterial (BAYER. GEOLOG. LANDESAMT 1986). Die Hardtwiesen-Fluren reichen häufig bis in die Feucht- und Streuwiesenbereiche vermoorter Senken hinein.

Die bedeutendsten Restvorkommen der Hardtwiesen-Fluren befinden sich heute im Raum zwischen dem Ammer- und dem Starnberger See, im Eberfinger Drumlinfeld östlich von Weilheim, im Lechvorland zwischen Marktoberdorf, Füssen und Schongau, dort zumeist, wie schon oben ausgeführt, meist auf Molasserippen (größtenteils des Murnauer Beckens). Die Magerrasenreste im Trauchberg-Vorfeld neigen häufig eher den bodensauren Magerrasen zu.

Die "Kernvegetation" der vor-alpinen Hardtwiesen-Fluren bilden einschürige Magerwiesen, die insbesondere an den (Rückzugs)Endmoränenwällen und auf den Drumlinen zumeist lok-

ker mit Solitärbäumen (meist Buche und Stiel-Eiche, seltener auch Fichte und Kiefer) bestockt sind. Felsige Strukturen und somit Felsrasen fehlen den Kalkmagerrasen im Ammer-Loisach-Hügelland zumeist vollständig. Die Kalkmagerrasen und die Pfeifengraswiesen bzw. Kakflachmoore bilden zumeist Zonationskomplexe wie z. B. in der Magnetsrieder Hardt östlich von Weilheim.

Das Klima des nördlichen Ammer-Loisach-Hügellandes ist verglichen mit dem Klima anderer Kalkmagerrasen-Provinzen Deutschlands ausgesprochen humid. Die jährlichen Niederschlagsmittel bewegen sich zwischen 900-950 mm/a im Raum Pähl als dem niederschlagsärmsten Teilbereich des Ammer-Loisach-Hügellandes und bereits ca. 1150 mm/a im mittleren Eberfinger Drumlinfeld. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt zwischen 7°C und 8°C. Das Maximum der Niederschläge geht in den Monaten Juni und Juli nieder. Im südlichen Alpenvorland treten deshalb über kalkarmen Moränensubstraten wie enkalkten Geschiebelehmen oder kalkarmen Molasse-Ausbildungen bodensaure Magerrasen an Stelle der Kalkmagerrasen.

In besonderer Weise charakteristisch für die Kalkmagerrasen der Jungmoränengebiete des Landkreises Weilheim-Schongau ist der vielfach noch erhalten gebliebene unmittelbare Komplexzusammenhang mit kalkreichen Niedermooren (QUINGER, BRÄU & KORNPÖBST 1994a), stellenweise auch mit Hangquellmooren. Zumeist handelt es sich dabei um Zonationskomplexe wie beispielsweise an den Drumlinfüßen des Eberfinger Drumlinfeldes (s. Abb. 3).

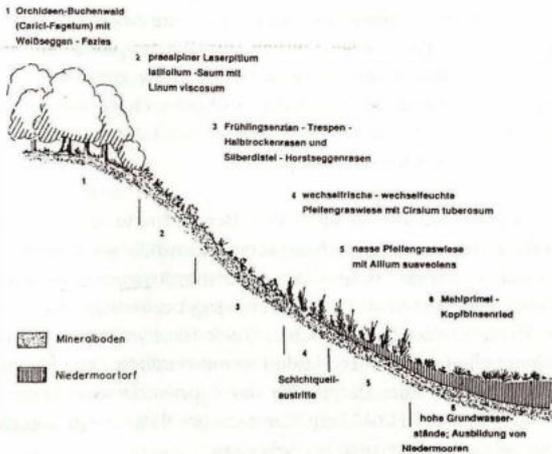


Abb. 3: Zonationskomplex der Kalkmagerrasen in der Magnetsrieder Hardt (aus QUINGER, BRÄU & KORNPÖBST 1994a).

2.2. Traditionelle Nutzung

Die in den voralpinen Jungmoränen- und Hardtlandschaften angesiedelten hageren Wiesmahdflächen und Rinderhutweiden zeigen nicht nur wegen des niederschlagsreicheren Klimas, sondern auch aufgrund der spezifischen Bewirtschaftungsgeschichte ein ganz anderes Erscheinungsbild als etwa die Schafhutungen der Fränkischen Alb, die in Bayern gewissermaßen den "Prototyp" der Kalkmagerrasen bilden. Wohl nirgendwo im gesamten bayerischen Alpenvorland lassen sich der spezifische Charakter und die Eigenschaften der praealpinen Kalkmagerrasen noch so nacherleben wie im Landkreis Weilheim-Schongau.

Als Hauptnutzungsform der Kalkmagerrasen des Landkreises war ehemals die einschürige Hochsommermahd verbreitet; vielfach erfolgten Nachbeweidungen dieser Mäher im Spätsommer und Frühherbst mittels Triftweide (QUINGER, BRÄU & KORNPÖBST 1994).

Auf Allmende- und an die einzelnen Gemeinden verpachteten Klosterhutungen war bis ins 19. Jahrhundert eine reine Rinderbeweidung die übliche Nutzungsform Besitztümer (QUINGER, BRÄU & KORNPÖBST 1994). Gelegentlich trat örtlich die Schafbeweidung hinzu, zumindest in der Zeit nach 1865 spielte die Hüteschafhaltung jedoch als Nutzungsform der Kalkmagerrasen im Landkreis Weilheim-Schongau keine nennenswerte Rolle mehr. Schon zur Jahrhundertwende spielten zudem die Rinder-Großhutungen nur noch eine bescheidene Rolle bei der Landnutzung. Verbreiteter war noch bis in die frühen 50er Jahre eine Mischnutzung der Kalkmagerrasen als Sommermahdwiesen und Herbstweiden für Rinder, die mittels eines Hüte-Triftweideverfahrens erfolgte.

In den Hardtwiesenfluren spielte zumindest örtlich auch die Anlage von Egerten und somit die Feldweide-Wechselwirtschaft eine nicht zu vernachlässigende Rolle (HORNSTEIN 1951). Ehemals beackerte Magerrasen-Standorte bergen heute zumeist Frühlingsenzian-Trespen-Halbtrockenrasen, die wegen der Erhöhung der Karbonatreserven im Oberboden keine Azidophyten enthalten. Beispiele hierfür existieren im NSG "Magnetsrieder Hardt" und im ND "Brunnenberg" (im Lkr. Weilheim-Schongau).

Die Eigentumsverhältnisse und die traditionellen Bewirtschaftungsformen schufen die Erscheinungsformen der Kalkmagerrasen-Lebensräume wesentlich mit. Die mitunter recht dicht mit Solitäräumen und mit kleinen Hainen bestockten Hardtwiesen entstanden vor allem bei allmendeweide-artiger Weidenutzung. Die Mahdnutzung begünstigte dagegen die Herausbildung gehölzärmer Wiesenareale. Unverfälschte Weide-Hardtweiden existieren derzeit noch östlich des Hartschimmelhofes ("Pähler Hardt") sowie nördlich der Ortschaft Magnetsried südöstlich des NSG "Magnetsrieder Hardt". Für das Alpenvorland repräsentative Mahdwiesenreste enthalten vor allem der Hirschberg-Komplex bei Pähl, einige Drumlins in der Magnetsrieder Hardt sowie die Siemenhalde bei Schongau.

2.3. Rückgang, Zustand, Gefährdung

Die Verlustbilanzen dieser voralpinen Kalkmagerrasen entsprechen im Ammer-Loisach-Vor-

land und im östlichen Lech-Vorland in etwa den Werten der Buckelwiesen (maximal 3-5% des Ausgangsbestandes noch erhalten), in einigen Teilräumen des Voralpinen Hügel- und Moorlandes wie dem Holzkirchner/Miesbacher Raum scheinen sie sogar noch drastischer auszufallen. Von zahlreichen, ehemals landschaftsprägenden Vorkommen ist heute nichts mehr erhalten.

Durch eine Luftbilddauswertung der Magnetsrieder Hardt im Zentrum des Eberfinger Drumlinfeldes von RINGLER (1982) ließ sich für dieses scheinbar bis heute einigermaßen intakt gebliebene Gebiet seit 1950 ein drastischer Rückgang der Kalkmagerrasen von etwa 90% nachweisen. Bis in die frühe Nachkriegszeit konnten dort Mist und Odel via Zugtierkraft nur auf flachere Drumlinhänge aufgebracht werden. Einschürige Mahdwiesen waren daher auf sämtlichen steileren Drumlins verbreitet. Voraussetzung für die fast vollständige Umwandlung der ehemaligen Magerrasen in Wirtschaftsgrünland war ebenso wie bei den Buckelwiesen die Motorisierung der Landwirtschaft. Eine erhebliche Bedeutung kommt auch der Aufforstung mit Fichte zu. An den Rückzugs-Endmoränenwällen bei Pähl, Andechs und Frieding östlich des Ammersees sind ihr mindestens ebenso große Magerrasenflächen zum Opfer gefallen, wie der Grünlandintensivierung. Mit der Flächenschrumpfung sind vielfach auch Zersplitterungen der ursprünglich zusammenhängenden Flächen verbunden: Der noch im Jahr 1950 zusammenhängende Kalkmagerrasen am Hirschberg bei Pähl mit damals ca. 50 Hektar Ausdehnung wurde in heute fünf Kalkmagerrasen-Flächen von jeweils zwischen 0,5 bis 3 Hektar und zusammen höchstens 6,5 Hektar Größe aufgesplittert.

Eine im Vergleich zu anderen Kalkmagerrasen-Lebensraum-Typen eher geringe Bedeutung spielen heute Verluste durch Brache. Das vielleicht gravierendste Problem für die Erhaltung der Jungmoränen-Halbtrockenrasen ist ihre heutige Kleinheit und Zersplitterung. Die Durchschnittsgröße der Kalkmagerrasen beträgt heute nur etwa gut ein Hektar (KAULE 1979). Randliche Eutrophierungen infolge fehlender Abpufferung zu landwirtschaftlichen Kulturfleichen können schon fast als eine typische Erscheinung der Kalkmagerrasen des Voralpinen Hügel- und Moorlandes gelten.

2.4. Pflanzengesellschaften

Das im bayernweiten Vergleich montan-humide Klima des nordwestlichen Ammer-Loisach-Hügellandes schlägt sich in der floristischen und faunistischen Ausstattung der Kalkmagerrasen nieder. Ausgesprochen xero-thermophile Pflanzen- und Tierarten, wie sie etwa in verschiedenen Regionen Nordbayerns vorkommen, fehlen den Kalkmagerrasendieses Naturraumes. Dafür tritt dort verstärkt das alpine Geoelement hervor. Es fällt zudem auf, daß einige Pflanzenarten, die in den Wärmegegenden Süddeutschlands die Saumbereiche der Kalkmagerrasen bevorzugen (OBERDOFER & KORNECK 1978; TH. MÜLLER 1978), im Ammer-Loisach-Hügelland die Offenrasenbereiche besiedeln wie *Anthericum ramosum*, *Carex montana*, *Aster amellus* oder *Inula hirta*. Generell verbreitet in den Kalkmagerrasen sind die für Montanregionen bezeichnenden Halbtrockenrasenarten *Gentiana verna*, *Buphthalmum salicifolium*, *Carduus defloratus*, *Phyteuma orbiculare* und *Sesleria varia*.

GENTIANO VERNAE-BROMETUM Kuhn 1937 (Frühlingsenzian-Trespen-Halbtrockenrasen):

Dies ist die am weitesten verbreitete und häufigste Gesellschaft im Gebiet. Der Frühlingsenzian-Trespen-Halbtrockenrasen stellt eine praealpin-montane Form der Mahd-Kalk-Halbtrockenrasen dar und unterscheidet sich von den eigentlichen Trespen-Halbtrockenrasen der Tieflagen durch den Ausfall submediterraner, thermophiler Arten (insb. Orchideen wie *Anacamptis pyramidalis*) und durch das Auftreten einer Reihe von de- und praealpinen Arten wie *Bupthalmum salicifolium* (im eigentlichen MESOBROMETUM selten), *Phyteuma orbiculare*, *Crepis alpestris* und dem namengebenden Frühlings-Enzian (*Gentiana verna*) sowie der Steinzwenke (*Brachypodium rupestre*).

CARLINO-CARICETUM SEMPERVIRENTIS Lutz 1947 (Silberdistel-Horstseggenrasen):

Außer der namengebenden Horst-Segge kommen in dieser Gesellschaft mit sehr hoher Stetigkeit die Alpen-Aster (*Aster bellidiastrum*), der Stengellose Enzian (*Gentiana clusii*), der gebirgs-Hahnenfuß (*Ranunculus oreophilus*), an schwach entkalteten Stellen auch der Knöllchen-Knöterich (*Polygonum viviparum*) vor. Gegenüber den klassischen Vorkommen in den Mittenwalder Buckelwiesen ist die Gesellschaft im nordwestlichen Ammer-Loisach-Hügelland mit einigen östlichen Arten wie dem Behaarten Alant (*Inula hirta*) und der Kalk-Aster (*Aster amellus*) sowie einigen submediterranen Arten wie der Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*) angereichert, umgekehrt sind bereits einige dealpine Arten wie beispielsweise die Silberwurz (*Dryas octopetala*) ausgefallen. Der Silberdistel-Horstseggenrasen weicht physiognomisch von den durch Gramineen beherrschten MESOBROMION-Gesellschaften durch die Dominanz von *Carex sempervirens* erheblich ab. *Bromus erectus* erreicht bei weitem nicht die Deckungswerte der Horst-Segge, meist auch nicht die des Blaugrases. Gegenüber dem Frühlingsenzian-Trespen-Halbtrockenrasen ist die Ausstattung an dealpinen Arten wesentlich höher. Den am weitesten ins Alpenvorland hinausgeschobenen Vorposten der Gesellschaft im Raum Andechs/Pähl östlich vom Ammersee fehlen *Dryas octopetala* und *Carex firma*, dafür treten dort als Trennarten der voralpinen Tieflagenform des Silberdistel-Horstseggenrasens *Pulsatilla vulgaris*, *Inula hirta* und *Aster amellus* auf, die den Alpental-Vorkommen dieser Pflanzengesellschaft fehlen.

PULSATILLO-CARICETUM HUMILIS Gauckl. (1938) em. Oberd. & Korneck 1978:

Im Gegensatz zur Garchinger Haide tritt die Gesellschaft im Raum Andechs / Pähl in einer praealpinen Ausbildung vor, der Arten wie der außerhalb der Alpen sehr seltene Alpen-Quendel (*Calamintha alpina*) angehören. Zugleich fehlen den praealpinen Graulöwenzahn-Erdseggenrasen des Landkreises einige Arten, die für die "klassischen" Graulöwenzahn-Erdseggenrasen der Fränkischen Alb bezeichnend sind wie etwa das Zwerg-Sonnenröschen (*Fumana procumbens*) oder das Ohrlöffel-Leimkraut (*Silene otites*). Die Graulöwenzahn-Erdseggenrasen erreichen im südlichen Ammerseebecken alpenwärts ihre Arealgrenze und kommen dort nur auf flachgründigen, süd-west-exponierten Standorten warmer Lagen (z.B. im Raum Pähl) vor. Charakteristische Arten der Graulöwenzahn-Erdseggenrasen des Gebietes sind der Graulöwenzahn (*Leontodon incanus*), die Erd-Segge (*Carex humilis*), der Berg-Gamander (*Teucrium montanum*) und die Gewöhnliche Kugelblume (*Globularia punctata*).

2.5. Besondere Pflanzenarten

Folgende Gefäßpflanzen besitzen in den voralpinen Kalkmagerrasen-Vegetationskomplexen bayernweite Schwerpunkt-Vorkommen: *Anemone narcissiflora*, *Calamintha alpina*, *Crepis praemorsa*, *Hypochoeris maculata*, *Gladiolus palustris*, *Gentiana lutea*, *Globularia cordifolia*, *Inula hirta*, *Lilium bulbiferum*, *Linum viscosum*, *Ophrys apifera*, *Ranunculus oreophilus*, *Tetragonolobus maritimus*, *Thesium rostratum*, *Trifolium rubens*.

2.6. Beispiele

2.6.1. Hirschberg-Komplex bei Pähl

Das Hirschberggebiet (Abb. 4) stellt eine kleinräumige, komplex strukturierte Landschaft dar, die sich aus Moränenwällen der Diemendorfer Rückzugsendmoräne, aus den zu den Kamesbildungen gehörenden Tumuli sowie einigen Toteislöchern zusammensetzt, die heute vermoort sind. Die als "Tumuli" bezeichneten Kamesbildungen (JERZ 1993) gehören in ihrer Art zu den schönsten in Bayern.

Die Moränenwälle und die Tumuli bilden die Standorte der heute noch im Hirschberg-Gebiet vorhandenen fünf Magerrasen-Restflächen; darüber hinaus sind am Hirschberg einige angehängte Magerrasen-Flächen sowie einige weidedegradierete Magerrasenflächen mit immer noch hochwertigen Restartenpotentialen vorhanden. An zwei Kiesentnahmestellen existieren Pionier-Kalkmagerrasen. Hinsichtlich seiner Ausstattung mit verschiedenen Kalkmagerrasen- und Trockensaum-Gesellschaften stellt der Hirschberg wohl das heute reichhaltigste Gebiet im gesamten bundesdeutschen voralpinen Hügel- und Moorland dar. Es verfügt insbesondere über trockenrasen-artige Rasen- und thermophile Saum-Ausbildungen wie kein zweites Gebiet im bayerischen Alpenvorland. Sämtliche Kalkmagerrasen-Gesellschaften des mittleren Ammer-Loisach-Isar-Hügellandes kommen am Hirschberg in gut erhaltenen Beispielen vor.

Das günstige Lokalklima, ermöglicht einer großen Zahl von Pflanzenarten der südost-ost-europäischen Steppen und Waldsteppenlandschaften sowie des submediterranen Goelements die Existenz, die im voralpinen Hügel- und Moorland sehr selten sind und in einigen Fällen im Raum Pähl alpenwärts ihre Arealgrenze erlangen. Das Verbreitungsbild zahlreicher Steppenarten wie des Regensburger Geißklees (*Chamaecytisus ratisbonensis*), der Kalk-Aster (*Aster amellus*), des Behaarten Alants (*Inula hirta*) oder der Kleinen Wachsblume (*Cerinthe minor*) im mittleren Alpenvorland spricht dafür, daß die Zuwanderung dieser Steppenarten von der Münchener Ebene aus über die Schmelzwassertäler des Andechser Höhenrückens (Friedinger und Uneringer Schmelzwassertal) erfolgte und alpenwärts aus klimatischen Gründen an der Ostflanke des Ammerseebeckens im Raum Pähl haltmachte. Die Einwanderung dieser Arten erfolgte wahrscheinlich im Spätglazial oder im zeitigen Postglazial.

2.6.2. Magnetsrieder Hardt

Die Magnetsrieder Hardt (Abb. 4) umfaßt den zentralen Teil der westlich des Grünbachtals befindlichen Westhälfte des Eberfinger Drumlinfeldes. Das Eberfinger Drumlinfeld liegt östlich von Weilheim/Obb. und stellt mit ca. 360 Drumlins und einer Gesamtfläche von ca. 60 km² neben dem Amtzeller Drumlinfeld/Lkr. Ravensburg das größte Drumlinfeld des Alpenvorlandes dar (EBERS 1926; PETERMÜLLER-STROBL & HEUBERGER 1985).



Abb. 4: Pähler und Magnetsrieder Hardt (aus: top. Karte 1:50.000 L 8132 Weilheim, verkleinert).

Die Magnetsrieder Hardt im Zentrum des Eberfinger Drumlinfeldes zeichnet sich durch das nahezu vollständige Biotoptypenspektrum aus, das im nördlichen und mittleren Drumlinfeld vorgefunden werden kann. Auf den Drumlins sind noch einige Weißseggen- und Waldgersten-Buchenwälder sowie einige Pfeifengras- und Buntreitgras-Kiefernwälder erhalten. Mehrere Drumlins zeichnen sich durch hochwertige Magerrasen aus; auf den unbeackerten Drumlins handelt es sich um Magerrasen, die bereits von den Kalk- zu den Bodensauren Magerrasen überleiten, da die Lehme des Oberbodenes häufig bereits deutliche Entkalkungserscheinungen zeigen. Auf früher beackerten Drumlins gedeihen dagegen reine Kalkmagerrasen ohne Azidophyten, da im Wurzelhorizont die Kalkgehalte durch die Beackerung erhöht wurden.

Teilweise zeigen die Drumlins noch eine hardtwiesen-artige Bestockungsstruktur, bei der Solitärbäume mit kleinen Hainen im unregelmäßigen Wechsel stehen. Bei den Hardtbäumen handelt es sich um Kiefern, Buchen, Eichen sowie um einzelne Fichten und Birken.

Das Gebiet enthält mehrere Drumlins, die vollständig von Moorflächen umgeben sind. Vor allem in der Südhälfte der Magnetsrieder Hardt sind Wollgras-Bergkiefern-Hochmoor- und Pseudohochmoorkomplexe sowie Braunmoos-Übergangsmoorkomplexe anzutreffen. Bei den flächenmäßig vorherrschenden Niedermooren handelt es sich um Versumpfungsmoore; Verlandungsmoore gibt es im Eberfinger Drumlinfeld erst weiter südlich in dem Bereich, wo Toteiszerfallsprozesse wesentlich an der Landschaftsgenese beteiligt waren. Die Versumpfungsmoore werden durch kalkreiche Streuwiesen geprägt; zumeist handelt es sich um Duftlauch-Pfeifengraswiesen, die stellenweise eine auffallende *Schoenus*-Fazies zeigen und bereits zu den Kopfbinsenriedern überleiten. Im Übergangsbereich von den Moorrändern zu den Drumlin-Magerrasen lassen sich auch Knollenkratzdistel-Pfeifengraswiesen-Bestände beobachten.

Herausragend ist die Magnetsrieder Hardt vor allem wegen ihrer als Zonationskomplexe entwickelten Magerrasen-Niedermoorökotone, wie sie wegen ihres Erhaltungszustandes wahrscheinlich bundesweit einmalig sind. Zugleich umfaßt die Magnetsrieder Hardt eines der großflächigsten einigermaßen intakt gebliebenen Niedermoor-Vorkommen in einer voralpinen Grundmoränen-Moorlandschaft.

2.7. Derzeit im Gebiet stattfindende Versuche zu Pflege und Regeneration von Magerrasen

Die im besonderen Maße durch Schrumpfung und Zersplitterung gekennzeichnete Gefährdungssituation der voralpinen Magerrasen erforderte es, über die bestandeserhaltende Pflege der verbliebenen Restflächen hinaus durch Regenerationsmaßnahmen die verbliebenen Restflächen wieder zu vergrößern und die Verbundsituation dieser Rasen allmählich wieder zu verbessern. Während die bestandeserhaltende Pflege grob an die traditionelle Nutzung orientiert werden kann (im Alpenvorland überwiegend einschürige (spät)sommerliche Mahd, daneben auch Rinderbeweidung), bestehen hinsichtlich des einzuschlagenden Renaturierungs-Managements, der zu veranschlagenden Renaturierungs-Zeiträume, der erreichbaren Wiederherstellungsgrade noch erhebliche Unklarheiten.

Ein wesentliches Ziel des im Jahr 1989 vom Bayerischen Landeamt f. Umweltschutz beauftragten und von dem Autor dieses Beitrags durchgeführten Projekts "Wiederherstellung und Neuschaffung von Magerrasen" besteht darin, durch Literatur- und Erfahrungsauswertung, aber auch mittels eigener empirischer Versuche die Grundlage für die Entwicklung eines Anleitungen-Kataloges zu liefern, wie Regenerationsmaßnahmen von Magerrasen und magerrasenartigen Grünlandbeständen auf vertraglich Basis nach dem Bayer. Vertragsnaturschutzprogramm zu gestalten sind. Zwischen dem Ammer- und dem Starnberger See werden zu diesem Zweck in den Landkreisen Starnberg und Weilheim-Schongau seit 1989 und 1990 Regenerationsversuche auf potentiellen Magerrasen-Standorten (i. S. von SCHIEFER 1984) durchgeführt. Insgesamt wurden zu diesem Zweck 27 Management-Dauerflächen eingerichtet. Eine

erste Gesamtauswertung der Versuche und die Erarbeitung von Anleitungen, wie im Erweiterungs- und Verbund-Bereich von Magerrasen Renaturierungsmaßnahmen über den Vertragsnaturschutz vorgenommen werden können, wird derzeit vorgenommen. Der Abschlußbericht soll noch in diesem Jahr beim Auftraggeber eingereicht und nach Abnahme auch veröffentlicht werden. Insgesamt soll die Versuchslaufzeit mindestens 10-15 Jahre betragen, um zu Ergebnissen zu gelangen, die einigermaßen abgesichert sind.

Bei der Auswahl der Versuchsflächen wurde Wert darauf gelegt, das Spektrum der Degradationsmöglichkeiten und Degradationsstufen in dem Versuchsgebiet zwischen dem Ammer- und dem Starnberger See vollständig und repräsentativ zu erfassen. Auf den Versuchsflächen werden ausschließlich Versuchsvarianten überprüft, die auch in der großmaßstäblichen Praxis Anwendung finden können.

Die Mehrzahl der Versuchsflächen wurde auf Geländeteilen installiert, die halbwegs +/- intakten Magerrasen benachbart sind. Die weit überwiegende Mehrzahl der Versuchsstandorte besaß noch um 1950 eine Magerrasen-Vegetation. Für einen Großteil der Versuchsflächen gilt dies bis weit in die 1950-er und 1960-er Jahre hinein. Zur Anlage von Dauerflächen wurden bevorzugt Flurstücke herangezogen, die sich im öffentlichen Eigentum oder in Besitz des Bundes Naturschutz befinden. Bei den 27 Management-Dauerflächen lagen anfangs folgende Ausgangskonstellationen vor:

- **Intakter Magerrasen** (1 Dauerfläche): Diese Dauerfläche ist zu Vergleichszwecken eingerichtet worden. Zugleich werden auf dieser Fläche vier verschiedene Pflegevarianten untersucht.
- **Eutrophierter Magerrasen** (2 Dauerflächen): Diese Dauerflächen sind stark mit Arten des Wirtschaftsgrünlandes versetzt; die Magerrasen-Arten weisen insgesamt noch höhere Dominanzwerte auf als die Arten des Grünlandes.
- **Wirtschaftsgrünland mit Magerzeigern** (10 Dauerflächen): Auf diesen Dauerflächen sind in jedem Fall zumindest noch einzelne Magerzeiger vorhanden; die Wirtschaftsgrünland-Arten herrschen jedoch gegenüber den Magerrasen-Arten vor.
- **Wirtschaftsgrünland ohne Magerzeiger** (3 Dauerflächen): Infolge Nutzungsintensivierungen sind diese Rasen so stark verändert, daß sämtliche Magerrasen-Arten und sogar die Magerzeiger verschwunden sind.
- **Kiefern- und Fichtenaufforstungen bzw -Verwaldungen mit einer schon geschlossenen Kronenschicht** (5 Dauerflächen): Auf diesen Flächen erfolgte zu Versuchsbeginn eine vollständige Abräumung der Kiefern bzw. Fichten. Die Bäume wurden möglichst ebenerdig abgesägt, um nachfolgend die Mahd der Abräumungsflächen zu ermöglichen.
- **Brachen mit dichten Streufilzdecken** (4 Dauerflächen): Hierbei handelt es sich um zu Versuchsbeginn vollkommen mit *Brachypodium rupestre*, *Molinia arundinacea* und *Calamagrostis varia* verfilzte Flächen.

- Mit **Breitblättrigem Laserkraut (*Laserpitium latifolium*)** verhochstaudete Magerrasen (1 Dauerfläche): Hierbei handelt es sich um eine eine zu Versuchsbeginn völlig mit *Laserpitium latifolium* versaumte Magerrasenfläche.
- **Brachgelegte Äcker** (1 Dauerfläche) : Dauerfläche auf einer Ackerbrache, die unmittelbar an noch existierende Magerrasen-Reste angrenzt.

Die Methodik der Aufnahme der Vegetationsbestände und der Anlage der Dauerfläche im einzelnen wurde bereits in einer Vorauspublikation veröffentlicht (QUINGER 1994).

3. Buckelwiesen-Fluren bei Mittenwald / Krün

3.1. Allgemeines, Geologie, Böden, Klima

(D. Gutser & D. Maas)

Das Klima im Raum Mittenwald ist durch eine durchschnittliche Jahrestemperatur von ca. 6°C bei Jahresdurchschnittsniederschlägen von ca. 1350 mm gekennzeichnet (DWD 1952).

Buckelfluren beschränken sich auf den Alpenraum und das unmittelbare Alpenvorland. Das am weitesten nach Norden vorgeschobene Vorkommen einer Buckelflur befindet sich im NSG "Magnetsrieder Hardt" östlich von Weilheim (s. Pkt. 2). Ihre großflächigsten und vielfältigsten Ausbildungen sind in solchen Alpentälern entwickelt, in denen die Hauptbahnen der eiszeitlichen Gletscher verliefen und wo besondere Föhnstärken und Föhnhäufigkeiten auftreten (ENGELSCHALK 1982). Eine landschaftsprägende Bedeutung entfalten die Buckelwiesen nur noch um Mittenwald-Krün (Abb. 5), Berchtesgaden (Ettenberger Buckelwiesen, Buckelfluren bei Marktschellenberg), Pfronten und Oberjoch. Als Bodentypen herrschen Pararendzina und flachgründige Parabraunerden vor; kleinflächig können Vergleyungen und sogar Vermoorungen auftreten. Buckelwiesen-Fluren existieren auch in bodensauren Ausbildungen (z.B. Raum Saulgrub).

Wie kein anderer Kalkmagerrasen-Lebensraum-Typ sind die Buckelwiesen durch eine ± gleichmäßige, extreme, kleinstandörtliche Differenzierung von Kuppen- und Mulden-Standorten geprägt (Abb. 6). Ausaperungsneigung, Bodenfeuchte und Expositionen wechseln auf kleinstem Raum regelmäßig. Die Entstehung der Buckelflur wird durch die "Karst-" und die "Frosttheorie" gedeutet.

Nach der Karsttheorie wurde aus den karbonatreichen Lockergesteinen (Moränenmaterial, Gehängeschutt, Schotter) Kalk herausgelöst und im Sickerwasser weggeführt. Die Mulden sanken langsam nach und erweiterten sich. Günstige Voraussetzungen für die Kalklösung bestehen in einem kühlen, regenreichen Klima, wenn reichlich kaltes Schmelzwasser anfällt, wie das im Spätglazial der Fall war. Buckelfluren, die sich zwanglos in die Karsttheorie einfügen, zeigen in den Mulden tiefe Verwitterungstaschen.

Besteht keine räumliche Übereinstimmung zwischen Dellen und Verwitterungstaschen, so kann mit Karstlösungserscheinungen allein die Entstehung des Buckel-Mulden-Reliefs nicht

erklärt werden. Weiterreichende Hypothesen liefert die Frosttheorie (ENGELSCHALK 1982). Nicht selten ist das Verwitterungsbild in den Buckeln weiter fortgeschritten als in den Mulden. Von den Buckelmulden greifen in solchen Fällen Feinerdezapfen und Feinerdetaschen in die Buckelkappen über. Schräge Lage von Verwitterungsböden, gelegentliche Einregelung der Längsachse von Steinen senkrecht zur Oberfläche sprechen für Bewegungen, wie sie der Frost in Verbindung mit Bodeneis hervorruft (ENGELSCHALK 1982). In einem Bodenmaterial, das hohe Feinerdeanteile aufweist, ruft das gefrierende, tauende und wieder gefrierende Bodenwasser Pressungen und Aufbeulungen hervor. Durch Würgebewegungen beim häufigen Durchfrieren des Bodens (Kryoturbation), durch Bodenfließen unter Mitwirkung von Bodeneis wurden ursprünglich waagerechte Bodenschichten und üblicherweise senkrechte Verwitterungssäcke in eine andere Lage gebracht, welche die Buckelung verstärkt und die Formen unregelmäßiger gemacht haben.

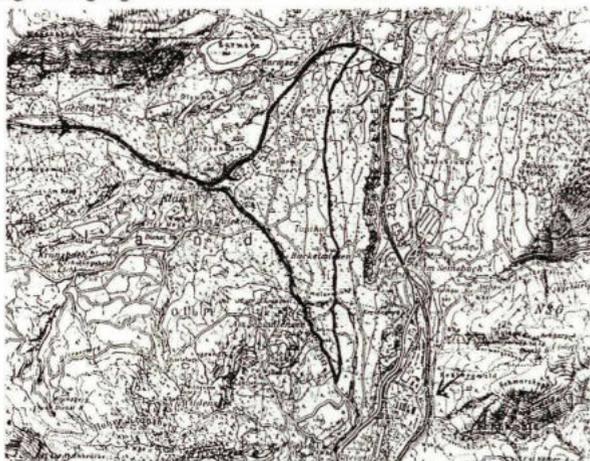


Abb. 5: Buckelwiesen bei Krün - Mittenwald (aus: top. Karte 1:50.000 L 8532 Garmisch-Partenkirchen, verkleinert)

Zumeist dürften sich die mit Karst- und Frosttheorie beschriebenen Prozesse überlagert und zur Entstehung der Buckelfluren geführt haben. Die Herausbildung der Buckelfluren dürfte hauptsächlich im ausgehenden Spät- und im zeitigen Postglazial erfolgt sein. Für diese Annahme spricht unter anderem, daß Schotterterrassen aus diesem Zeitraum im Isartal stark ausgeprägte Buckelfluren aufweisen, jüngere Terrassen dagegen nahezu buckelfrei sind (ENGELSCHALK 1982). Unter den gegenwärtigen klimatischen Bedingungen können Buckelfluren nicht neu entstehen.

Buckel und Mulden präsentieren sich in verschiedenen morphologischen Ausprägungen. Die Mulden zeigen von wannen-, dolinen-, schüssel- bis rinnenförmig alle denkbaren Übergänge. Die Buckel können rundlich gedrunen (Kuppenform), rundlich flachgebösch (Fladenform), oval gedrunen (Walzenform) oder oval flachgebösch (Wellenform) sein. Die morphologische Vielfalt wird durch eine starke Substratkomplexität ergänzt, die besonders bei den Mit-

tenwalder Buckelwiesen zutage tritt; Buckelwiesen sind dort sowohl über Moränen, Terrassenschotter, Dolomit-Raibler Schichten und Partnachmergeln ausgebildet (RINGLER 1982).

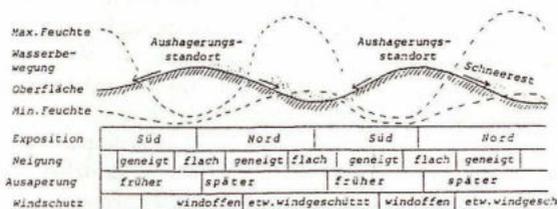


Abbildung 141
Schemata der reliefabhängigen Standortdifferenzierung der Buckelfluren (aus RINGLER 1982 a: 36)

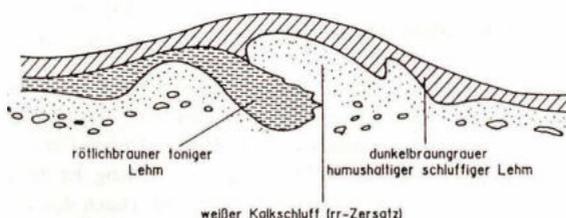


Abb. 6: Standörtliche Mikrodifferenzierung und Bodenarten in Buckelwiesen (aus DIETZ 1967).

Insgesamt sind die Buckelwiesen aufgrund ihrer ausgeprägten Mikrostandort-Diversität ungeheuer artenreich. Die MESOBROMION-Grundartengarnitur ist weitgehend vorhanden; aufgrund lokaler, oberflächlicher Entkalkungen fehlen jedoch auch den kalkreichen Buckelfluren niemals eine ganze Reihe von Versauerungszeigern der bodensauren Magenassen (VIOLION CANINAE), an lokalen Feuchtstellen und Quellfluren sind Kalkflachmoorarten vorhanden. Bodensauer können z. B. die Muldenstandorte über den Humus-Verwitterungsböden, basisch die ausgeaperten Kuppenstandorte sein. Bei Krün über den Partnachschichten gibt es Buckelwiesen mit *Gentiana clusii*-Vorkommen auf den Buckeln und *Gentiana kochiana*-Vorkommen in den Mulden. Oberhalb der Waldgrenze in den alpinen Grasheiden kommen diese beide vikariierenden Enzianarten meist nur weit voneinander entfernt vor, niemals in einem solchen mosaikartigen Nebeneinander.

3.2. Traditionelle Nutzung

Die Buckelwiesen wurden sehr häufig als reine Heumahdweiden genutzt, daneben kam auch die Kombination von Wiesmahdnutzung und Beweidung vor. Ausschließlich traditionell beweidete Buckelfluren liegen im Einzugsbereich von Almen und Alpen meist über 1.200 Meter ü. NN.

Die reinen Mäher wurden zumeist zwischen dem 15. Und 31. Juli zur Winterfutttergewinnung gemäht. Frühmähen konnten bereits davor stattfinden, im August wurde nur noch selten gemäht (Pferdefutter). Die regelmäßige Mahd in der zweiten Julihälfte begünstigte sehr die Herausbildung des Silberdistel-Horstseggenrasens. Schlecht zugängliche Buckelwiesen wurden offenbar nicht jedes Jahr gemäht. Beweidet wurden vor allem solche Buckelwiesen, die entlang von Triebwegen zu den Almen lagen. Die Beweidung geschah während des Almauftriebes im Mai und während des Almabtriebes im September. Je nachdem, ob Heu auf den Triftweidewiesen gemäht werden konnte oder nicht, erfolgte eine Mahd im Hochsommer. Die Beweidung erfolgte hauptsächlich mit Rindern. Im Werdenfelser Land spielte darüber hinaus auch die Beweidung der Buckelfluren mit Bergschafen eine beachtenswerte Rolle. Garmisch-Partenkirchen und Mittelwald waren nach KAULE (1979) seit jeher Zentren kleinbäuerlicher Schafhaltung.

3.3. Rückgang, Zustand, Gefährdung

Nach LUTZ (1959) erfolgten die ersten Initiativen, die Mittenwalder Buckelwiesen in leichter zu bewirtschaftendes Grünland umzuwandeln, im Jahr 1919. Auf private Initiative wurde damals ein zwei Tagwerk großes Grundstück in Handarbeit planiert. Die systematisch betriebene Kultivierungsarbeit setzte im Jahr 1928 mit der Einschaltung der damaligen Landesanstalt für Moorwirtschaft als aufsichtsführender Behörde ein. Durch den Reichsarbeitsdienst und zwei im Jahr 1933 gegründete "Ödlandgenossenschaften" wurde noch vor dem Zweiten Weltkrieg die Einebnung von Buckelwiesen per Handkultur vorangetrieben. Als die Kultivierung 1935 unter die Leitung der Flurbereinigung gestellt wurde, mündete sie in eine besitzgrenzunabhängige Gesamtplanung. Bis 1941 wurden durch diesen Schritt mit ca. 207 Hektar fast die dreifache Buckelwiesenfläche kultiviert, welche zuvor schon durch Ödlandgenossenschaften oder Privatinitiativen melioriert worden war. In die 40er Jahre fiel der Beschluß, ein Wegenetz zu bauen. Unter Aufsicht und Leitung der Moorwirtschaftsstelle Weilheim betrieb der 1956 gegründete "Wasser- und Bodenverband Krün-Mittenwald-Wallgau" die Buckelwiesenplanung nun maschinell. Von den rund 1.200 Hektar Buckelwiesenfläche innerhalb dieser Grenzen wurden bis 1959 immerhin 333 Hektar umgebrochen. Der Großteil der in diesem Raum liegenden Hofsidlungen wurde erst nach 1950 - überwiegend durch die damalige "Landessiedlung GmbH" - errichtet. Bis 1939 wurden alle Flächen ausschließlich von den umliegenden Ortschaften Mittenwald, Krün und Wallgau aus bewirtschaftet. Wegen der Weglosigkeit des Geländes wurde das Heu in zahlreichen Stadeln gelagert und erst im Winter mit Schlitten von den Hochflächen geholt.

Die Buckelwiesenplanung ermöglichte die Umwandlung der Mäher in ertragreicheres Grünland. Bei entsprechender Düngung erbrachten die eingesäten Fettwiesen bis zu sechsmal höhere Erträge als die vormaligen, ungedüngten Buckelwiesenmäher. Als Bewirtschaftungsform ersetzte die zweischürige Mahd oder auch die Mahdumtriebsweide die einschürige Mahd. Zur Planung wurden zunächst möglichst eben gelegene Flächen ausgewählt. Auf vielen Hangflächen erzielte man darüber hinaus Ertragsverbesserungen durch regelmäßige Düngung unter Erhaltung des Buckelwiesenreliefs. Die vormaligen Silberdistel-Horstseggenrasen wurden dabei durch artenärmere Goldhaferwiesen ersetzt.

Die Kultivierung der Buckelwiesen kulminierte in den 60er und frühen 70er Jahren. Als übriggebliebene Restbestände wurden danach durch die Mitte der 70er Jahre durchgeführte erste Biotopkarrierung im Alpenraum noch ca. 1120 Hektar von ehemals ca. 36.000 Hektar (RINGLER & HARRTMAN 1986) vorgefunden. Auf den Werdenfelser Raum (Mittenwald, Klais, Krün, Wallgau, Garmisch) entfielen davon ca. 830 Hektar (SCHOBER 1982). Generell kann man davon ausgehen, daß von dem um 1920 fast noch unangetasteten Ausgangsbestand an Buckelwiesen heute noch höchstens etwa 3-5% erhalten sind.

Das gravierendste Problem bei der Erhaltung der Buckelwiesen stellen gegenwärtig die seit dem Jahr 1970 aufgetretenen Verbrachungen dar. Ein großer Teil der gegenwärtig noch als Buckelwiesen ansprechbaren Flächen verwaldet stark mit Fichte. Im Mittenwalder Raum werden zur Zeit allenfalls 250-300 Hektar regelmäßig gemäht. Daneben werden einige der Buckelwiesen heute auch durch Schaf- und Ziegenkoppelhaltung sowie als Jungviehweide genutzt.

3.4. Pflanzengemeinschaften

Magerrasen:

CARLINO-CARICETUM SEMPERVIRENTIS Lutz 1947 (Silberdistel-Horstseggenrasen): Außer der namensgebenden Horst-Segge kommen in dieser Gesellschaft mit sehr hoher Stetigkeit die Alpen-Aster (*Aster bellidifolium*), der Stengellose Enzian (*Gentiana clusii*), der gebirgs-Hahnenfuß (*Ranunculus oreophilus*), an schwach entkalkten Stellen auch der Knöllchen-Knöterich (*Polygonum viviparum*) vor. Auf den kalkreichen Ausbildungen der Buckelfluren enthält der von LUTZ & PAUL (1947) beschriebene Silberdistel-Horstseggenrasen aufgrund der standörtlichen Variation auf kleinstem Raum Trockenausbildungen mit *Teucrium montanum* und *Globularia punctata* und Feuchtausbildungen mit Kalkflachmoorarten wie *Tofieldia calyculata* und *Pinguicula alpina*. Entlang der Hangoberkanten, auf erhabenen Kuppen und Moränenplateaus dominieren bei der dort vorherrschenden, senkrechten Wasserbewegung die Trockenausbildungen des Silberdistel-Horstseggenrasens. An Unterhängen, Hangfüßen und größeren Mulden, die stärker von Hangzug- und Quellwasser durchfeuchtet sind, treten naturgemäß mehr die Feuchtausbildungen hervor.

Die Ausstattung an dealpinen Arten ist im Vergleich zu den anderen Kalkmagerrasen-Lebensraum-Typen Bayerns in den Mittenwalder Buckelwiesen ungeheuer hoch. Weit über 50% der Arten der alpinen Blaugras-Horstseggenrasen (SESLERIO-SEMPERVIRETUM) und der Polsterseggenrasen (CARICETUM FIRMAE) sind in den Buckelwiesen enthalten; es kommen dort jedoch auch noch einige Steppenarten (*Hypochoeris rnaiculata*, *Avena pratensis*) und einige submediterrane Arten (*Teucrium montanum*, *Globularia punctata*) vor, die in den Buckelfluren ihre mitteleuropäischen Höhengrenzen erreichen.

Bracherasen:

Hier werden Dominanzbestände von *Brachypodium rupestre*, *Calamagrostis varia* und *Molinia arundinacea*, vor allem in Lagen unter 1.000 Meter u. NN, ausgebildet.

3.5. Untersuchungen zu Pflege und Regeneration

In Anbetracht der sich verändernden Rahmenbedingungen für die Nutzung und Pflege von Buckelwiesen stellt sich die Frage, ob es auch Alternativen zur jährlichen, traditionellen Mahd der Buckelwiesen gibt. Um eine Beurteilungsgrundlage als Basis für eine lokale Pflegekonzeption (oder eines Landnutzungskonzeptes) zu schaffen, wurden deswegen folgende Flächentypen untersucht und mit traditionell gemähten Wiesen verglichen: In 2-3 jährigem Turnus gemähte Wiesen, Schafweiden, eine Ziegenweide, 5-jährige, 12-jährige, 20-jährige und 30-jährige Brachen sowie entbuschte Flächen. Alle Flächen liegen aus Vergleichsgründen über gleichem geologischem Untergrund (Fernmoräne) und in ähnlicher Höhenlage (900-1000 m). Zu jeder Alternative existiert mindestens eine traditionell genutzte Vergleichsmahdfläche mit gleichen Standortbedingungen. Die wichtigsten Ergebnisse seien im folgenden kurz dargestellt:

Kurze Charakterisierung der jährlich gemähten Wiesen: Die untersuchten traditionellen Mäher sind sehr artenreich und - bedingt durch die äußerst geringe Nährstoffversorgung, die stellenweise durch Trockenheit und scharfes Abschneiden der Vegetation noch verstärkt wird - sehr schwachwüchsig bzw. teilweise sogar recht lückig. Je nach Ausprägung der Buckelung und Steilheit des Geländes konnten standörtliche Varianten mit trockenheitsertagenden, säurezeigenden und Kalkflachmoor-Arten beschrieben werden. Die Mulden der traditionellen Mäher sind artenreicher als die Buckel. Während trockenheitsertagende Arten fast ausschließlich auf den Buckeln vorkommen, sind die meisten Toffielditalia-, Molinietalia- und Arrhenatheretalia-Arten, zumindest in den stärker gebuckelten Wiesen, fast nur in den Mulden anzutreffen. Ein Vergleich mit alten Aufnahmen aus demselben Gebiet (LUTZ & PAUL 1947) ergab weder gravierende Veränderungen in der Artenzusammensetzung noch in der Spanne der Deckungswerte (den neuen Aufnahmen fehlte lediglich *Ophrys insectifera*). Jedoch wurden in den rezenten Aufnahmen vereinzelt einige nährstoffliebende sowie vor allem brachezeigende Arten auffallend mehr bzw. neu gefunden (insb. die Brachegräser *Brachypodium rupestre* und *Molinia arundinacea*). Dies läßt auf eine, zumindest zeitweilig, unregelmäßige Nutzung schließen.

Auswirkungen einer Mahd im 2-3 jährigen Turnus: Schon eine im Abstand von 2-3 Jahren durchgeführte Mahd läßt einige Abweichungen zu den jährlich gemähten Flächen erkennen. Hervorzuheben ist hier vor allem die verhältnismäßig hohe durchschnittliche Deckung der Brachegräser (20 % im Vergleich zu max. 5 % in den jährlich gemähten Wiesen). Über die Auswirkung einer weniger häufig durchgeführten Pflegemahd auf einzelne Arten kann jedoch aufgrund der Verschiedenheit der untersuchten Flächen nicht viel ausgesagt werden.

Auswirkungen von Schafbeweidung: Die allgemeinen Auswirkungen der Beweidung (Tritt, Eutrophierung und Verbiß) sind sehr stark vom Beweidungsmodus und den Geländegegebenheiten abhängig. In keiner der untersuchten Weiden wurden auffällige Trittschäden entdeckt, in jeder Weide gibt es aber, auf kleiner Fläche, mehr oder weniger stark eutrophierte Bereiche, die vor allem auf das nächtliche Pferchen innerhalb der Weiden zurückzuführen sind. Obwohl Gehölze (insb. Fichten) von den Schafen nicht wirkungsvoll verbissen werden,

fressen sie wenigstens die für sie erreichbaren jungen Nadeln. Dies hat einen Krüppelwuchs der Bäume zur Folge und verlangsamt den Sukzessionsprozeß. Während die Buckel von den Schafen meist radikal abgefressen wurden, bleiben die Mulden jedoch fast unversehrt. Dies spiegelt sich in der höheren Deckung der Brachegräser sowie den durchschnittlich geringeren Artenzahlen von Probeflächen der Mulden wider. Auch die Auswirkungen auf die Vegetation bzw. auf einzelne Arten sind von der Durchführung der Beweidung (Besatzdichte, Zeitpunkt und Dauer) abhängig. Für die Ergebnisse auf den einzelnen Flächen spielen zusätzlich standörtliche Unterschiede und verschieden starke Nachwirkungen früherer Brachejahre eine Rolle. Insgesamt unterscheiden sich die durchschnittlichen Artenzahlen der Weiden kaum von den Wiesen - zuerst verschieben sich offenbar die Deckungsgrade (die durchschnittliche Deckung der Brachegräser liegt bei etwa 10 %). Insgesamt betrachtet, wirkt sich ein sehr früher Beweidungszeitpunkt negativ auf Arten mit einem frühen Entwicklungszyklus aus (z. B. *Gentiana clusii*, *Dryas octopetala*, *Globularia cordifolia*, *Polygala chamaebuxus*, *Anthyllis vulneraria* und *Hippocrepis comosa*), eine Beweidungspause im Juni dafür positiv auf sich später entwickelnde, hochwüchsige Arten (z. B. *Arnica montana*, *Hypochoeris maculata* oder *Centaurea scabiosa*). Konkurrenzschwache, auf offene Bodenstellen angewiesene Arten mit hoher Samenproduktion, wie *Linum catharticum* oder *Primula farinosa*, wurden in den Weiden nicht öfter, sondern eher weniger gefunden. Dies ist vermutlich unter anderem auf die Bracheeffekte in den Mulden zurückzuführen. Abgesehen davon konnten Störungen in der Vegetationsdecke der Weiden auch nicht häufiger als in den traditionell gemähten Flächen festgestellt werden.

Auswirkungen der Ziegenbeweidung: Die Ziegenweide lag vor der Beweidung für ca. 25 Jahre brach - sie ist also eher den entbuschten Flächen gleichzusetzen. Erwartungsgemäß brachten die Ziegen alle möglichen Gehölze der ehemaligen Brache zum Absterben. Die Baumleichen müssen jedoch von Hand entfernt werden, wenn man die Fläche später wieder mähen will. Trotz der vielen Brachejahre entspricht die durchschnittliche Artenzahl denen der Wiesen. Auffallend ist vor allem der im Vergleich zu den entbuschten Flächen relativ geringe durchschnittlich mittlere Deckungswert der Brachegräser (20 %; in den entbuschten Flächen durchschnittlich 40 %), für den sicherlich der zeitigere Nutzungs- bzw. Pflagezeitpunkt der Ziegenweide eine Rolle spielt. Zu den Auswirkungen auf einzelne Arten, welche tatsächlich auf die Beweidung zurückzuführen sind, läßt sich aufgrund der langen Brachezeit jedoch wenig sagen. Im Gegensatz zu einer direkt benachbarten Schafweide kommen Arten mit einem frühen Entwicklungszyklus in der relativ spät beschickten Ziegenweide jedoch nicht 'weniger' als in den Wiesen vor (z. B. *Gentiana clusii*, *Polygala chamaebuxus*, *Dryas octopetala* oder auch *Rhinanthus glacialis*). Verglichen mit allen anderen Flächentypen (auch den Schafweiden!) ist die Ziegenweide in einem sehr guten Zustand. Dies äußert sich beispielsweise in den mittleren Artenzahlen und Deckungswerten von Rote-Liste-Arten.

Auswirkungen des Brachefallens: Während in den ersten Jahren nach der Nutzungsaufgabe vor allem die 'Verfilzung' durch Brachegräser eine große Rolle spielt, kommt später zunehmend der Einfluß der Gehölzsukzession hinzu. Die beiden Brachegräser *Brachypodium rufipes* und *Molinia arundinacea* decken bereits in den 5-jährigen Brachen zusammen schon durchschnittlich 40 %. In den Mulden der 25-jährigen Brachen beträgt ihre mittlere Deckung

sogar durchschnittlich 85%, auf den vergleichsweise trockeneren Buckeln dagegen nur 20 %. Der Verlauf der Gehölzsukzession ist geprägt durch die Ausbreitung von Fichten und Kiefern, die sehr stark vom Samenangebot sowie der Standortsgunst der Fläche abhängt. Bei diesbezüglich besten Voraussetzungen können Flächen schon nach 30 Jahren vollkommen zugewachsen sein (mit einer Gehölzdeckung von fast 100 %!). Im Durchschnitt betragen die Deckungswerte der Gehölze jedoch bei ca. 20-jährigen Brachen 20-30 % und bei etwa 30-jährigen Brachen um die 40 %. Beide beschriebenen Prozesse wirken sich nachteilig auf die Artenzusammensetzung der brachgefallenen Flächen aus. So wachsen auf den 5-jährigen Brachen noch 90 %, den 12-jährigen 85 %, den 20-jährigen 75 % und auf den 30-jährigen Brachen durchschnittlich nur noch 55 % der 'Buckelwiesenarten'. Dabei muß man zwischen Buckeln und Mulden differenzieren: Auf den wesentlich weniger 'verfilzten' Buckeln der 25-jährigen Brachen wachsen zum Beispiel noch 80 % der Arten der Wiesenbuckel, in den Mulden nur noch 40 % der Wiesenmulden-Aden. Das Sukzessionsverhalten einzelner Arten hängt hauptsächlich von ihrer Wuchs- und Lebensform ab. Entscheidend ist dabei vor allem die Fähigkeit unterirdische Ausläufer oder Rhizome zu treiben.

Auswirkungen bzw. Erfolg von Entbuschungsmaßnahmen: Die zwar im Vergleich zu den Wiesen relativ geringe, für ehemals 15-30 Jahre brachgelegene, entbuschte Flächen jedoch recht beachtliche Gesamtdeckung (durchschnittlich 93 %), deutet auf eine ziemlich schnelle Besiedlung von durch die Räumung entstandenen Kahlstellen innerhalb der 2-5 Jahre zwischen der Maßnahme und dem Aufnahmezeitpunkt hin. Dies ist vermutlich zurückzuführen auf die in der Regel nur 1-10 m² großen Kahlstellen, die wohl - im Unterschied zu konzentrierten, flächendeckenden Verbuchungskernen - aus einer relativ gleichmäßigen Verteilung der Gehölze über das gesamte Flurstück resultieren. Die durchschnittliche Gesamtartenzahl unterscheidet sich nicht von den jährlich gemähten Wiesen. In Flächen, die vor der Entbuschungsmaßnahme längere Zeit brachgelegen sind, gibt es jedoch stärkere interne Verschiebungen als in weniger lange brachgelegenen Flächen: Während insbesondere 'Baumteller-Arten' aufgrund des höheren Anteils von offenen Bodenstellen in diesen Flächen eher gefördert werden, kommen vor allem sehr bracheempfindliche Arten viel 'weniger' vor. Von Interesse sind dabei vorwiegend diejenigen Arten, die in den entbuschten Flächen wirklich ausfallen: Das sind in allen entbuschten Flächen *Gentiana verna*, *Polygala amarella* und *Carex caryophylla*, ab den ehemals länger als 15 Jahre brachgelegenen Flächen auch *Euphrasia rostkoviana*, *Globularia cordifolia*, *Selaginella selaginoides* und *Leontodon hispidus* sowie ab den länger als 20 Jahre brachgelegenen Flächen *Gentiana germanica*, *G. clusii*, *G. kochiana*, *Antennaria dioica*, *Hieracium pilosella*, *Dryas octopetala*, *Scorzonera humilis* und *Tofieldia calyculata* - spätestens ab Brachealter von 20 Jahren sind also deutliche qualitative Unterschiede zu den traditionell gemähten Wiesen erkennbar. Die meisten der genannten Arten können weder eine dauerhafte Diasporenbank aufbauen, noch besitzen sie Diasporen mit besonderen Merkmalen zur (Fern-) Ausbreitung. Die Wahrscheinlichkeit sie zurückzugewinnen muß also, zumindest in isoliert liegenden Flächen, eher gering eingeschätzt werden. - Von den in den entbuschten Flächen häufiger vorkommenden Arten sind insbesondere die Molinion-Arten (*Scorzonera humilis*, *Succisa pratensis* und *Galium boreale*) zu nennen, die bei geeigneten standörtlichen Voraussetzungen - wie auch die Brachegräser - wohl sehr von der erst im Herbst durchgeführten Pflegemahd profitieren.

Literatur

- BAYER. GEOLOG. LANDESAMT, 1967: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern Blatt Nr. 8240 Marquartstein: Die Böden.
- BAYER. GEOLOG. LANDESAMT, 1987: Erläuterungen zur Standortkundliche Bodenkarte von Bayern, Blatt L 7734 Dachau und L 7934 München, L 8132 Weilheim.
- DWD 1952: Klimaatlas von Bayern. Deutscher Wetterdienst, Bad Kissingen.
- EBERS, E., 1926: Das Eberfinger Drumlinfeld. Eine geologisch-geomorphologische Studie. - Geogr. Jh. 39, S. 47-89; München.
- ENGELSCHALK, W., 1982: Zur Frage der Entstehung von Buckelwiesen.- Laufener Seminarbeiträge, 6/82, S. 16-20.
- GAUCKLER, K., 1938: Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Bedeutung. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 23, S. 6-134.
- HORNSTEIN, F. von, 1951: Wald und Mensch, Waldgeschichte des Alpenvorlandes Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.- Reprint 1984, 282 S., Ravensburg.
- KAULE, B., 1979: Die Trockenrasen des Bayerischen Voralpinen Hügel- und Moorlandes.- Jb. Ver. Schutz der Bergwelt 44: 223-264.
- KOLLMANNBERGER, G. & Geisel, O., 1989: Spuren des Menschen auf der Heide. - In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.): Garching Heide - Echinger Lohe. Eching 1989. S. 54-62.
- JERZ, H., 1993: Geologie von Bayern II. Das Eiszeitalter in Bayern. - 243 S., Stuttgart.
- LIPPERT, W., 1989: Die Garching Heide und ihre Pflanzenwelt. In: Gemeinde Eching, Landkreis Freising (Hrsg.): Garching Heide - Echinger Lohe. Eching 1989. S. 27-47.
- LUTZ, J.L., 1959: Zum Problem der Buckelwiesenkultur bei Mittenwald. - Mitt. Landkultur, Moor- und Torfwirtschaft 7, S. 169-203.
- LUTZ, J.L. & H. PAUL 1947: Die Buckelwiesen bei Mittenwald.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 27, S. 98-138.
- MAAS, D., 1994: Biotopverbund für Pflanzengemeinschaften - Möglichkeiten und Grenzen anhand eines Beispiels aus der Münchner Schotterebene. - Natur u. Landschaft 69(2), 54-61.

- MÜLLER, N., 1990: Die Vergesellschaftung von *Fumana procumbens* Gr. Et Godr. Auf dem Lechfeld bei Augsburg. - Ber. Naturwiss. Verein f. Schwaben 94(1), S. 17-24.
- MÜLLER, TH., 1978: TRIFOLIO-GERANIETEA. In: OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II.. G. Fischer, Stuttgart und New York.
- OBERDORFER, E. & KORNECK, D., 1978: FESTUCO-BROMETEA.- In: OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II.- G. Fischer, Stuttgart und New York.
- PETERMÜLLER-STROBL, M. & HEUBERGER, H., 1985: Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1 : 25.000 der Bunderepublik Deutschland, Blatt 8133 Seeshaupt. - Erl. GMK, Blatt 26: 1-58; Berlin.
- PFADENHAUER, J. & LIEBERMANN, C., 1986: Eine geobotanische Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Garching Haide. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 57, S. 99-110.
- QUINGER, B., 1994: Methoden und Erfahrungen bei der Dauerflächenbeobachtung von Magerrasen-Renaturierungsflächen im bayerischen Alpenvorland. - Schr.-R. f. Landschaftspflege und Naturschutz 40, S. 113-123.
- QUINGER, B., BRÄU, M. & M. KORNPROBST (1994 a): Lebensraumtyp Kalkmagerrasen - I. Teilband. - Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.1. Hrsg.: Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayer. Akad. f. Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), 266 S., München.
- RINGLER, A., 1982: Landschaftsgliederung, Empfindlichkeitsanalyse und Naturschutzkonzept für die Region 18.- Materialien 33; 284 S.; Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen; München.
- RINGLER, A., 1982a: Verbreitung, Standort, Vegetation und Landschaftshaushalt von Buckelfluren in Südbayern. - Laufener Seminarbeiträge 6, S. 21-36.
- RINGLER, A. & HARTMANN, G., 1986: Dokumentation zur Nutzungs-, Landschafts- und Biotopflächenentwicklung nach dem 2. Weltkrieg. - Gutachten für das Bayer. Staatsmin. Landesentw. U. Umweltfragen, München, unveröff.
- SCHIEFER, J., 1984: Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen.- Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 57/58, S. 33-62.
- SCHOBER, H.M., 1982: Erfassung und Wertung der Buckelfluren im Berchtesgadener Land. - Laufener Seminarbeiträge 6/82, S. 47-50.

- SCHUHWERK, F., 1990: Relikte und Endemiten in Pflanzengesellschaften Bayerns, eine vorläufige Übersicht. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 61, S. 303-323.
- SENDTNER, O. 1854: Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München: 910 S.
- WIESINGER, K. & PFADENHAUER, J., 1996: Umsetzungsvorschläge für die Schafbeweidung im Naturschutzgebiet "Mallertshofer Holz mit Heiden". - Unveröff. Gutachten im Auftr. des Heideflächenvereins Münchner Norden e. V.

Exkursion C / D (1. Teil):
Vegetationsabfolge in voralpinen Flußlandschaften
und ihre anthropogene Veränderung

*Prof. Dr. Dr. Annette Otte, Prof. Dr. Paul Seibert, Dr. Norbert Hölzel**

1. Einleitung

Die Auen der bayerischen Alpenflüsse blieben bis weit ins 19. Jahrhundert hinein als kaum berührte Urlandschaften inmitten einer bereits stark vom Menschen überprägten Kulturlandschaft erhalten. Umso rascher vollzog sich seit Beginn des Industriezeitalters eine radikale Umgestaltung der Flußlandschaften durch den Menschen. Als letzte halbwegs natürliche Umlagerungsstrecke eines praealpinen Flusses blieb bis Ende der 50er Jahre die Isar südlich München oberhalb der Loisach-Einmündung erhalten. Durch den Bau des Sylvensteinspeichers im Jahre 1959 erhält SEIBERTS 1958 erschienene Arbeit "Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet 'Pupplinger Au'" den tragischen Charakter einer Beweissicherung "in letzter Minute", nachdem die letzten "Wildflußstrecken" an Iller, Lech, Wertach und Inn bereits im ersten Drittel dieses Jahrhunderts wasserbaulichen Maßnahmen zum Opfer gefallen waren (vgl. z. B. MÜLLER 1991, MÜLLER et al. 1992, CONRAD-BRAUNER 1994). Seither hat sich die Vegetation dieses Gebietes tiefgreifend und nachhaltig verändert.

2. Landschaftsgeschichte

Das NSG "Pupplinger Au und Ascholdingener Au" liegt im Norden des Wolfratshausener Beckens, einem glazial übertieften Zungenbecken des Isar-Loisachgletschers (Abb. 1). Die quartäre Füllung des Beckens besteht aus rißzeitlicher Grundmoräne und Seetonen über denen die schluffreiche und durch Eisauflast stark verfestigte Würm-Grundmoräne lagert (JERZ et al. 1986). Die steilaufragende Umrandung des Beckens wird überwiegend aus zu Nagelfluh verfestigten Schottern und Moränen der Rißeiszeit sowie im Norden durch die Würm-Endmoräne gebildet. Zu Beginn des Spätglazials vor ca. 17000 Jahren entstand zwischen den Endmoränen bei Schäftlam und dem Molasseriegel bei Penzberg ein Zungenbeckensee. Zeugen dieses spätglazialen Wolfratshausener Sees sind ausgedehnte Seeton- und - schluffablagerungen. Die Seenzeit dauerte kaum mehr als 5000 - 6000 Jahre, denn noch im Spätglazial durchbrach die Isar den Molasseriegel am Tölzer Kalvarienberg und drang in das Wolfratshausener Becken ein. Die erhöhte Wasserzufuhr bewirkte eine allmähliche Erosion der aufstauenden Endmoräne bei Schäftlam südlich München und damit ein Leerlaufen des Sees. Im Holozän wurden die pleistozänen und spätpleistozänen Ablagerungen im Becken durch postglaziale Schotter überschüttet, welche in sich mehrfach durch Terrassen gegliedert sind.

*) Text Dr. N. Hölzel

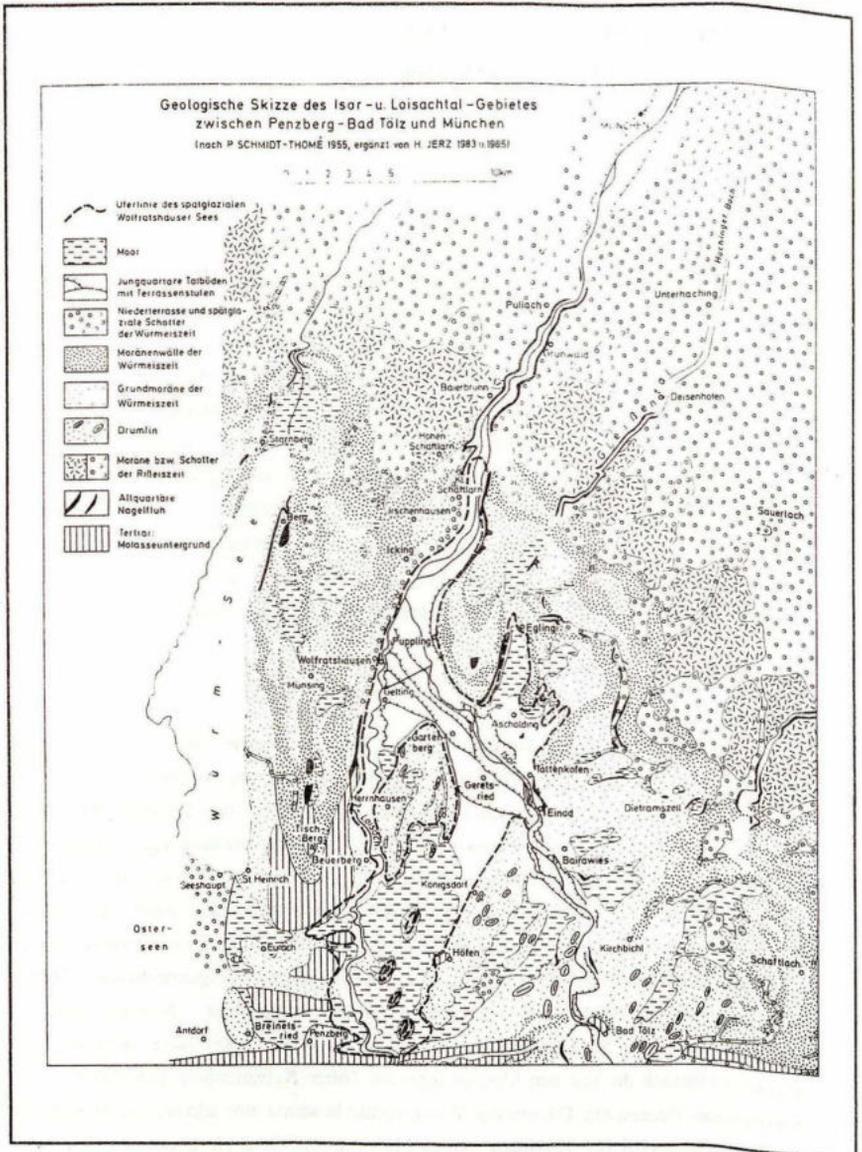


Abb. 1: Geologische Skizze des Isar- und Loisachgebietes (JERZ et al. 1986).

Eine markante Geländestufe (bis zu 5 m) trennt die älteren Postglazialschotter von den jüngeren kiesigen, sandigen und schluffigen Auenablagerungen. Die Aufschüttung der Auensedimente begann um die Wende Subboreal/Subatlantikum vor ca. 3000 Jahren. Vorausgegangen war eine Phase verstärkter Tiefenerosion (JERZ et al. 1986). Die Auenstufe war bis in die jüngere Vergangenheit der dauernden Umgestaltung durch die Isar ausgesetzt, im Gegensatz zur relativen Stabilität und Formungsruhe der Landschaft außerhalb der Aue.

3. Klima

Anhand der Niederschlagshöhe und -verteilung kommt die Nähe des in 570 -580 m ü. NN gelegenen Exkursionsgebietes zum nördlichen Alpenrand deutlich zum Ausdruck (Abb 2). Nach Süden hin ist aufgrund der zunehmenden Stauwirkung der Alpen ein deutliches Ansteigen der Niederschlagsmengen zu verzeichnen (München 920 mm, Bad Tölz 1581 mm). Das Niederschlagsmaximum fällt in die Hauptvegetationsperiode während des Sommers. Die Jahresmitteltemperatur liegt mit 7,6 °C (Bad Tölz) relativ hoch, was auf häufige Föhnlagen im Frühjahr und Herbst und eine damit verbundene lange Sonnenscheindauer zurückzuführen ist. Die Vegetationszeit beträgt im Durchschnitt 142 Tage (Angaben aus SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972).

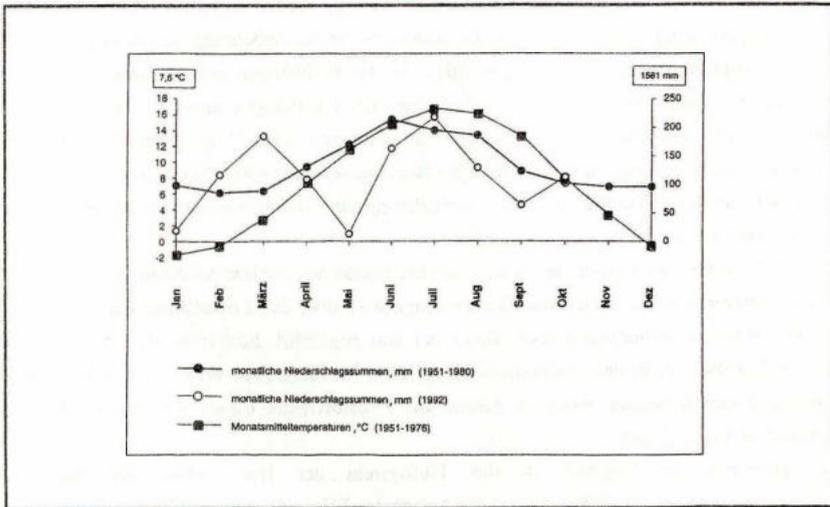


Abb. 2: Temperaturverlauf (1951 - 1976) und Niederschlagsverteilung (1951 - 1976 und 1992) in Bad Tölz (LANGENSIEPEN & OTTE 1994)

4. Morphologie und Hydrologie der Isar und ihre Veränderung durch den Menschen

Die tiefgreifende Veränderung des Flußlaufs der Isar in diesem Jahrhundert läßt sich auf eindrucksvolle Weise anhand von Luftbildern aus den Jahren 1925, 1971 und 1982 nachvollziehen (Abb. 3). Die Abb. 3 zugrunde liegende älteste Aufnahme (1925) zeigt noch ein weitverzweigtes System von Rinnen unterschiedlicher Größenordnung, die auseinanderstreben und wieder zusammenmünden. Dazwischen finden sich ausgedehnte fast vegetationsfreie Kiesbänke und Inseln. Dieses Erscheinungsbild wird als "verzweigter Fluß" oder im englischen Sprachraum als "braided river" bezeichnet, der sich durch eine sehr starke Geschiebeführung und stoßweise „ruckartige Abflüsse“ auszeichnet. Die extreme Morphodynamik des "braided rivers" hat eine dauernde Zerstörung und Neuschaffung von Vegetationsstandorten zur Folge.

Der gleiche Flußabschnitt zeigt 1971 ein grundlegend anderes Bild. Es gibt keine kontinuierlich wasserführenden Verästelungen mehr. Die Isar durchzieht die Aue mit einem schmalen, gestreckten, durch Tiefenerosion geprägten Gerinne. Einzelne scharfe Biegungen deuten bereits an, daß die Isar bestrebt ist, ihr Geschiebedefizit durch Seitenerosion auszugleichen. Die ehemals großflächigen, offenen Kiesbänke sind konsolidiert und haben sich über weite Strecken bereits begrünt. Das alte Rinnensystem wird offensichtlich nur noch bei starken Hochwässern durchströmt.

1982 haben sich die bereits 1971 erkennbaren Tendenzen weiter verstärkt. Die Tiefenerosion scheint abgeschwächt, stattdessen hat die Seitenerosion an Bedeutung gewonnen, was zur Bildung weitausholender Mäanderbögen führt. An den Prallhängen unterschneidet die Isar in zunehmendem Maße die Ufer, während sich an den Gleithängen neue Kiesbänke gebildet haben. Die alten Kiesbänke von 1925 tragen nun eine geschlossene Vegetationsdecke. Das alte Rinnensystem ist verlandet und wird auch bei Hochwasser nicht mehr durchströmt.

Die geschilderten flußmorphologischen Veränderungen sind durch wasserbauliche Maßnahmen am Oberlauf der Isar verursacht.

Seit 1923 werden zum Betrieb des Walchenseekraftwerks aus der Isar bei Krün bis zu $25 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser entnommen. Die abgeleitete Wassermenge wird über den Loisach-Isar-Kanal oberhalb der Pupplinger Regulierungsstrecke wieder der Isar zugeführt. Seit 1949 werden bis zu $12 \text{ m}^3/\text{s}$ Rißbachwasser in den Walchensee übergeleitet. Im Jahre 1951 erfolgt die Ableitung der Dürnach in den Achensee, wodurch Abfluß und Feststofffracht dieses Seitenbachs der Isar komplett verloren gingen.

Die gravierendsten Eingriffe in das Flußsystem der Isar stellen der Bau des Sylvensteinspeichers von 1956 - 59 und die Anlage des Tölzer Stausees 1961 dar. Durch diese Flußbauwerke kam der Geschiebezulauf aus dem oberen Einzugsgebiet vollständig zum Erliegen.

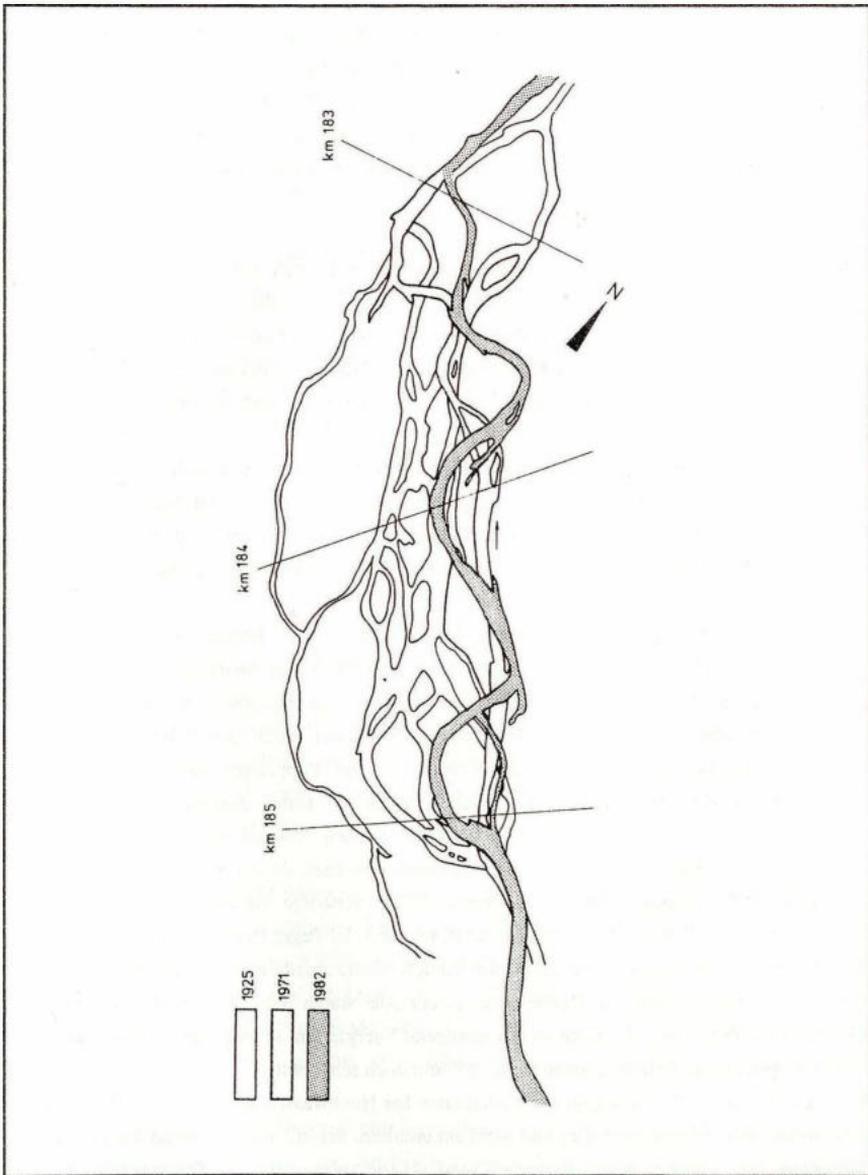


Abb. 3: Veränderung des Rinnensystems der Isar zwischen Fluß - km 183 und 185 (in Höhe Geretsried) von 1925 bis 1982 (JERZ et al. 1986).

Die Isar reagierte auf das durch wasserbaulichen Maßnahmen am Oberlauf verursachte Geschiebedefizit mit einer sehr starken Eintiefungstendenz. Die Eintiefung am Pegel Puppling beträgt bezogen auf Mittelwasser für die Periode 1901 bis 1985 über zwei Meter! Durch die Eintiefung der Isar haben viele Auenstandorte ihren Anschluß an den Grundwasserspiegel verloren, und es kam insbesondere auf durchlässigen Grobschottern großflächig zur Entstehung ausgeprägter Trockenstandorte.

Das Abflußregime der Isar wird maßgeblich geprägt durch deren alpines Einzugsgebiet. Die hohen Sommerniederschläge in den nördlichen Kalkalpen und die schrittweise einsetzende Schneeschmelze überlagern sich im Abfluß der Isar und verursachen ein Abflußmaximum während des Sommers. Demgegenüber steht ein winterliches Minimum, das auf geringere Niederschläge und die Wasserrücklage in der Schneedecke zurückzuführen ist (nivales Abflußregime).

Der natürliche Mittelwasserabfluß der Isar vor der Loisachmündung belief sich ursprünglich auf $64,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Durch Ausleitungen am Oberlauf gehen der Isar bezogen auf Mittelwasser $34,4 \text{ m}^3/\text{s}$, also mehr als die Hälfte des ursprünglichen Abflusses verloren, von denen über den Loisach-Isar-Kanal bei Wolfratshausen aber wieder $20,2 \text{ m}^3/\text{s}$ zurück in die Isar gelangen (JERZ et al. 1986).

Die Eintiefung am Pegel Puppling machte sich zunächst nur anhand der mittleren und niedrigsten Wasserstände bemerkbar, wohingegen die Höchstwasserstände lange Zeit noch ziemlich gleich blieben (SEIBERT 1958). Dies änderte sich grundlegend mit dem Einstau des Sylvensteinspeichers. Die Kappung der Hochwasserscheitel durch den Sylvensteinspeicher setzt die Wiederkehrhäufigkeit von Hochwässern in der Pupplinger Au drastisch herab. Scheitelabflüsse von über $600 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Puppling, die früher durchschnittlich alle fünf Jahre auftraten werden nach 1959 nur noch im statistischen Abstand von 50 Jahren erreicht (vgl. JERZ et al. 1986). Charakteristisch für Spitzenhochwässer, die oft im Zusammenhang mit sommerlichen Starkregen im Gebirge entstehen, ist der "ruckartige Abfluß". Als Beispiel sei ein Hochwasser vom 13. und 14.9.1956 angeführt, bei dem der Pegel Puppling innerhalb von 24 Stunden um 280 cm anstieg, um dann ebenso schnell wieder abzufallen (vgl. SEIBERT 1958). Für die Formungsprozesse im Flußbett und in der Aue waren diese Spitzenhochwässer von überragender Bedeutung. Hochwässer mit genügend Energie, um konsolidierte Kiesbänke von dichter Vegetation zu befreien, treten nach 1959 nur noch selten auf.

Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten bei Hochwasser wurden in der Pupplinger Au ursprünglich überwiegend Kies und Sand akkumuliert. Schluff und Feinsand kamen nur in flußfernen, strömungsberuhigten Bereichen verstärkt zur Ablagerung. Die Schwebstoffe waren für die Bettbildung von untergeordneter Bedeutung und wurden zum überwiegenden Teil durch die Aue hindurchtransportiert. Aufgrund fehlender Standortsdynamik wird in den heute noch regelmäßig überfluteten Bereichen verstärkt Schluff und Feinsand abgelagert. Verschärft wird

der Prozeß der "Verschluffung" der Kiesbänke durch die veränderten Trophieverhältnisse des Isarwassers. Das ursprünglich ausgesprochen oligotrophe Isarwasser wird heute durch Einleitungen der Anliegergemeinden wie Bad Tölz und Lengries erheblich mit Stickstoff- und Phosphatverbindungen belastet. Sichtbares Zeichen der Eutrophierung ist das starke Aufkommen nitrophiler Hochstauden, die ihrerseits als Sedimentfänger wirken und damit der "Verschluffung" zusätzlich Vorschub leisten.

5. Standortverhältnisse und Böden

Die Ablagerungen und Formen der Isarau zeichnen die Entwicklung des über Jahrtausende in seinem breiten Bett pendelnden Flusses nach. Innerhalb der Aue lassen sich bis zu 5 Terrassenniveaus hinsichtlich Höhenlage und Bodenreife unterscheiden. JERZ et al. (1986) ordnen die oberste Terrasse, auf der heute großflächig der reife Schneeheide-Kiefernwald stockt einer Akkumulationsphase während hochmittelalterlicher Rodungen im Gebirge zu. Die jüngeren Terrassen lassen sich auf verstärkte Tiefenerosion der Isar seit den anthropogenen Eingriffen in das Abflußregime zu Beginn dieses Jahrhunderts zurückführen (vgl. Kap. 4).

Auf den Terrassenoberflächen ist heute noch das Feinrelief des ehemaligen Flußbettes erkennen. An den Nahtstellen der Terrassen sind häufig Altwasser oder steilwandige Hochflutrinnen ausgebildet. Seit Bau des Sylvensteinspeichers werden nur noch die beiden untersten Terrassen mehr oder minder regelmäßig überflutet. Auf den höheren Terrassen sind die Formungsprozesse zum Erliegen gekommen. Die Auendynamik beschränkt sich auf Schwankungen des Grundwasserspiegels sowie das Aufsteigen von Druckwasser im Bereich alter Hochflutrinnen. Im ökologischen Sinne handelt es sich also nicht mehr um Auenstandorte; lediglich ihre Genese rechtfertigt noch diese Bezeichnung. DISTER (1986) spricht in diesem Zusammenhang von fossiler bzw. reliktsicher Aue - im Gegensatz zur funktionalen Aue, in der noch alle Prozesse der Auendynamik rezent ablaufen.

Als Ausgangssubstrat für die Bodenbildung dominieren - oft in kleinräumigem Wechsel - Kiese und Sande. Gemäß dem kalkalpinen Einzugsgebiet der Isar bilden Kalke und Dolomite aus kalkalpiner Trias und Jura bis zu 90% des Sedimentbestandes. Demgegenüber sind Sandsteine und Quarzite aus Flysch und Molasse (10 - 12%) sowie kristalline Gesteine aus den Zentralalpen von untergeordneter Bedeutung (JERZ et al. 1986). Der Karbonatgehalt in der Sand- und Schlufffraktion liegt bei 40 - 60%. Die abgelagerten Sedimente sind meist unverwittert.

Mit der Besiedlung junger Flußaufschüttungen durch Pioniervegetation setzt eine schwache Humusakkumulation ein, die zur Ausbildung eines Kalkauenrohbodens führt, der als Kalkrambla bezeichnet wird. Ökologie und Weiterentwicklung der Kalkrambla werden in hohem Maße von der Bodenart des abgelagerten Substrats bestimmt. SEIBERT (1958) unterscheidet deshalb drei Entwicklungsserien:

- Borowina-Serie auf Kies,
- Paraborowina-Serie auf sandigem Kies und
- Kalkpaternia-Serie auf Sand.

Die Borowina (Auenrendzina) zeichnet sich durch einen humusreichen schwarz-grau-braunen A_{H} - Horizont aus. Aufgrund der kiesigen Bodenart kommt es nur zu einer schwachen Durchmischung des humosen Oberbodens mit dem Mineralkörper. Häufiges Austrocknen hemmt die biologische Aktivität und führt in reiferen Stadien zur Ausbildung von Moder. Unter Koniferen und Zwergsträuchern (Kiefer, Wacholder, Schneeheide) kann der Moder schließlich in eine tangelhumusartige Auflage übergehen. Aufgrund sehr hoher Karbonatgehalte und pH-Werte zeichnen sich Borowinen durch eine schlechte Versorgung mit P, K und Fe und Mn aus. Auch die Stickstoffmineralisation wird durch häufige Austrocknung sehr stark eingeschränkt. Geringe Feldkapazität des kiesigen Ausgangssubstrats sowie schlechte Nährstoffumsetzung machen Borowinen zu ausgesprochenen Trocken- und Magerstandorten.

An Standorten mit Sandüberdeckung von > 30 cm Mächtigkeit entwickelt sich aus der Kalkrambla eine Kalkpaternia (Auenpararendzina). Die höhere Feldkapazität der Sandauflage bedingt bereits im Stadium der Kalkrambla eine raschere und üppigere Besiedlung durch Pioniervegetation, wodurch auch die Bodenentwicklung schneller voranschreitet als auf Kies. Die Durchmischung der humosen Bestandteile mit dem Mineralkörper reicht bis in Tiefen zwischen 10 und 20 cm. Wasser- und Nährstoffhaushalt sind weitaus günstiger als der der Borowinen, was anhand der Vegetation deutlich zum Ausdruck kommt. Die von SEIBERT (1958) beschriebene Paraborowina nimmt hinsichtlich Ökologie und Genese eine Mittelstellung zwischen Borowina und Kalkpaternia ein.

Verlehmtete und verbrauchte Aueböden (Vega) sind auf den vergleichsweise jungen Alluvionen der Isar nur ansatzweise zu finden (braune Kalkpaternia).

Bei hochanstehendem Grundwasser können die Kalkpaternien im Unterboden schwache Hydromorphierungsmerkmale aufweisen. Zur Ausbildung von Auen-Gleyen kommt es jedoch nur im Bereich von verlandeten Flußarmen mit lehmiger Bodenart.

6. Flora

Bezeichnend für die Flora der Pupplinger und Ascholdinginger Au ist das extraetageale, weit ins Alpenvorland vorgeschobene Vorkommen zahlreicher Alpenpflanzen, deren Auftreten vor allem durch die großflächig vorhandenen, konkurrenzarmen Rohbodenstandorte sowie die (früher) sehr intensive Diasporennachlieferung aus dem Gebirge über die Isar ermöglicht wird. Hierzu zählen vor allem Arten der alpinen Rasen und Schuttfluren wie *Pulsatilla vernalis*, *Dryas octopetala*, *Campanula cochleariifolia*, *Gypsophila repens*, *Linaria alpina*, *Hutchinsia alpina*, *Carex sempervirens*, *Euphrasia salisburgensis*, *Globularia cordifolia*, *Gentiana clusii*, *Hieracium glaucum* und *Tolpis staticifolia* aber auch Hochstauden und Arten praealpiner Buchenwälder wie *Pleurospermum austriacum*, *Thalictrum aquilegifolium* und *Lonicera*

alpigena. Diese Alpenpflanzen mischen sich hier mit zahlreichen wärmebedürftigen Vertretern des submediterranen Florenelements wie *Alyssum alyssoides*, *Ophrys insectifera*, *Ophrys sphegodes*, *Globularia elongata*, *Teucrium montanum*, *Dorycnium germanicum* und *Aethionema saxatile*, wobei die beiden zuletzt genannten Arten in Südbayern ausschließlich entlang der Isar anzutreffen sind (vgl. SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990). Die Trockenkiefernwälder im Exkursionsgebiet beherbergen noch sehr individuenstarke Populationen seltener Erico-Pinion-Kennarten wie *Festuca amethystina*, *Daphne cneorum*, *Thesium rostratum*, *Rhamnus saxatilis*, *Leontodon incanus* und *Gymnadenia odoratissima* sowie weiterer bemerkenswerter Kiefernbegleiter wie *Carex ericetorum*, *Viola rupestris*, *Viola collina* und *Asperula tinctoria*. Früher häufige stenöke Spezialisten der praealpinen Wildflußaue wie *Myricaria germanica*, *Chondrilla chondrilloides*, *Erigeron acris* ssp. *angulosum* und *Calamagrostis pseudophragmites* sind mittlerweile sehr selten geworden bzw. stehen kurz vor dem vollständigen Verschwinden.

7. Pflanzengesellschaften

7.1. Die Vegetationsabfolge in der funktionalen Aue

7.1.1. Knorpelsalatflur (*Chondriletum chondrilloides*) und

Ufer-Reitgrasflur (*Calamagrostietum pseudophragmites*)

Auf jungen kiesigen Flußaufschüttungen im Bereich der Mittelwasserlinie war bis vor wenigen Jahrzehnten als unbeständige Pioniergesellschaft verbreitet die Knorpelsalatflur anzutreffen (Abb. 4). Neben dem namensgebenden Knorpelsalat (*Chondrilla chondrilloides*) und *Erigeron acris* ssp. *angulosum* charakterisieren eine ganze Reihe von Arten der Geröll- und Schuttfluren (*Thlaspietea rotundifolii*) wie *Aethionema saxatile*, *Alyssum alyssoides*, *Silene vulgaris* ssp. *glareosa*, *Tolpis staticifolium*, *Petasites paradoxus* und *Campanula cochlearifolia* diese Schwemmlingsgesellschaft der praealpinen Wildflußaue. Anhand des extraetagealen Vorkommens ansonsten streng alpiner Arten wie *Hutchinsia alpina*, *Linaria alpina* oder früher vereinzelt sogar *Leontopodium alpinum* kommt die Bedeutung des Wassers als Medium für den Diasporetransport aus dem Hochgebirge besonders deutlich zum Ausdruck (Austausch von Organismen zwischen Fluß und Aue).

Auf sandigen Ablagerungen entwickelt sich in gleicher Lage die Ufer-Reitgrasflur, die von hochwüchsigen Gräsern wie *Calamagrostis pseudophragmites*, *Phalaris arundinacea*, *Festuca arundinacea* und *Agrostis gigantea* dominiert wird. Aufgrund des recht hohen Deckungsgrades der Gräser gelangen die lichthungrigen "Alpenschwemmlinge" in dieser Gesellschaft kaum zur Entwicklung.

7.1.2. Weiden-Tamariskenflur (*Salici-Myricarietum*)

Knorpelsalatflur und Ufer-Reitgrasflur enthalten bereits zahlreiche Keimlinge von Purpur-Weide (*Salix purpurea*), Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) und Tamariske (*Myricaria germanica*), wobei die Tamariske vorzugsweise an sandigen Stellen keimt. Zur vollen Entwicklung

gelangen die Holzgewächse jedoch erst auf einem etwas höheren Niveau (Abb 4), das weniger häufig überflutet wird (SEIBERT 1958). Tamariske, Purpur- und Lavendel-Weide sind überaus resistent gegenüber mechanischer Belastung durch Strömung, Geschiebetrieb und Überschüttung. Die starke mechanische Beanspruchung bei Überflutung sowie zeitweilige Austrocknung des grobkörnigen Substrats bedingen den lichten Charakter der Weiden-Tamariskenflur, wodurch sich einige "Alpenschwemmlinge" noch lange Zeit halten können. Weitaus häufiger sind in der Bodenvegetation jedoch meist die Arten der Ufer-Reitgrasflur. Die Weiden-Tamariskenflur vermittelt zwischen den Pioniergesellschaften Knorpelsalat- und Ufer-Reitgrasflur und dem höheren Lavendel-Weidengebüsch (*Salicetum elaeagni*).

Knorpelsalatflur und Weiden-Tamariskenflur, die SEIBERT (1958) noch großflächig kartieren konnte, stehen heute kurz vor dem vollständigen Verschwinden, da infolge fehlender Morphodynamik und Geschieberückhalt am Oberlauf offene Kiesbänke kaum noch zu finden sind (Abb 4).

Die Knorpelsalatflur ist nur noch in verarmten kleinflächige Fragmenten vorhanden. Etwas weniger dramatisch ist die Situation bei der Ufer-Reitgrasflur. *Chondrilla chondrilloides* gilt für die Pupplinger Au seit Jahren als verschollen. An Stelle der an nährstoffarme Bedingungen und Morphodynamik angepassten Pioniergesellschaften sind üppig entwickelte Rohrglanzgrasröhrichte und Barbarakrautfluren getreten (Abb 4). Als Folge der Eutrophierung des Isarwassers und der zunehmenden Verschluffung der Kiesbänke finden sich in diesen Beständen eine Vielzahl nitrophiler Ruderalpflanzen (SCHAUER 1986). Auch die wenigen noch vorhandenen Tamarisken werden zunehmend von mannshohen Hochstauden wie *Impatiens glandulifera* erstickt. Die Tamariske findet kaum noch offene sandige Flächen, auf denen sie ansamen könnte. Ein vollständiges Verschwinden von *Myricaria germanica* ist in allernächster Zukunft wahrscheinlich.

7.1.3. Lavendel-Weidengebüsch (*Salicetum elaeagni*)

Auf einem etwas höheren Niveau, das weniger häufig überströmt wird, vermögen sich Purpur- und Lavendel-Weide mit größerer Vitalität zu entwickeln und bilden mehr oder minder geschlossene Bestände aus (Abb. 4). Die lichtbedürftige Tamariske ist auf diesen Standorten der Konkurrenz der Weiden nicht mehr gewachsen.

Zu den bereits erwähnten Weiden treten Reif-Weide (*Salix daphnoides*), Mandel-Weide (*Salix triandra*) und Schwarzwerdende Weide (*Salix nigricans*) hinzu. In der Krautschicht dominieren je nach Bodenart entweder Trockenheitszeiger wie *Euphorbia cyparissias* oder Frische- und Feuchtigkeitszeiger wie *Rubus caesius* und *Galium mollugo*. In den feuchteren Ausbildungen ist meist bereits verstärkt die Grau-Erle (*Alnus incana*) zugegen. Bei genügend mächtiger sandig-schluffiger Auflage entwickeln sich diese Bestände rasch zu grauerlenreichen Formationen (*Alnetum incanae salicitosum* nach SEIBERT 1958) weiter.

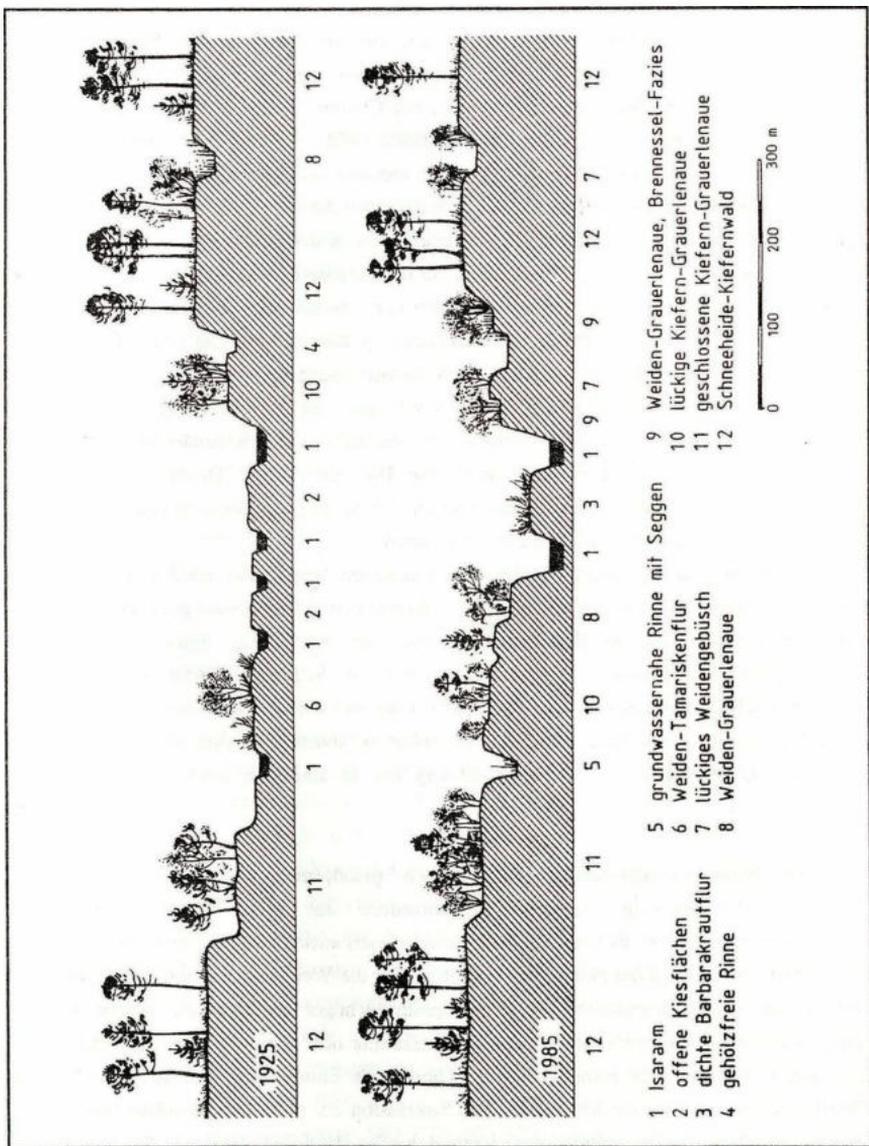


Abb. 4: Vegetationsprofil der Isarauen in Höhe Ascholding-Geretsried, Fluß - km 186; oben: nach Auswertung von Luftbildern von 1925; unten heutige Situation (JERZ et al. 1986).

7.1.4. Grau-Erlen-Auwald (*Alnetum incanae*)

In initialen Stadien des Grau-Erlen-Auwaldes sind die aus dem Lavendel-Weiden-Gebüsch ererbten Weidenarten noch sehr zahlreich. Ebenso finden sich noch einige weitere "Relikt-Arten" wie *Festuca arundinacea*, *Petasites paradoxus*, *Cirsium arvense* und *Poa compressa*, die aber in der Folge allmählich verschwinden (SEIBERT 1958). Feuchtigkeitsliebende Arten wie *Deschampsia cespitosa*, *Mentha aquatica*, *Myosotis aquatica* und *Agropyron caninum* treten mit hoher Stetigkeit auf. Die Weiterentwicklung zum typischen *Alnetum incanae* ist gekennzeichnet durch die Ausbreitung von Fagetalia-Charakterarten wie *Brachypodium sylvaticum*, *Stachys sylvatica*, *Lamium galeobdolon*, *Paris quadrifolia* und *Aegopodium podagraria*. Das Auftreten der anspruchsvollen Laubwaldpflanzen zeugt von der zunehmenden Humusakkumulation im Boden - von der Weiterentwicklung der Kalkrambla zur Kalkpaternia. Die Grau-Erle trägt als Stickstoffsammler aktiv zur Verbesserung der Nährstoffversorgung im Boden bei.

Lavendel-Weiden-Gebüsch und Grau-Erlen-Auwald haben seit den 50er Jahren ihr Areal bis unmittelbar an den Fluß heran ausgedehnt, da ihre Standorte infolge fehlender Mophodynamik nicht mehr der häufigen Zerstörung durch die Isar unterliegen. Dieser Prozeß wurde offensichtlich durch die zunehmende Sedimentation von Schluff und Feinsand in den flußnahen Bereichen stark begünstigt (auto-allogene Sukzession).

In Uferbereichen, die besonders häufig von Badegästen frequentiert werden hat sich eine Brennessel-Fazies von Lavendel-Weiden-Gebüsch und Grau-Erlen-Auwald gebildet. Jerz et al. (1986) sprechen in diesem Zusammenhang von der Ausbildung eines "galerieartigen anthropogenen 'Dungwaldes'". In den Aufnahmen von SEIBERT (1958) waren in den gleichen Gesellschaften ausgesprochen nitrophile Arten wie *Urtica dioica* noch überaus selten. Bei reifen Beständen des *Alnetum incanae* auf höherem Niveau über dem Flußwasserspiegel macht sich heute bereits eine Weiterentwicklung hin zu alluvialen Ahorn-Eschen-Wäldern deutlich bemerkbar.

7.2. Die Pflanzengesellschaften der fossilen präalpinen Wildflußau.

Nach der Heraushebung ehemaliger Auenstandorte aus dem Niveau regelmäßiger Überschwemmungen und hochanstehendem Grundwassers entscheidet die Bodenart und damit die wasserhaltende Kraft des Standorts maßgeblich über die Weiterentwicklung der Vegetation. Auf kiesigen Rohbodenstandorten mit nur geringmächtiger Sandauflage, welche in der funktionalen Aue meist noch eine Weiden-Tamariskenflur oder eine trockene Ausbildung des Lavendel-Weidengebüschs getragen haben, schreitet die Entwicklung fort zu *Erico-Pinion*-Gesellschaften (Abb. 4), die im Rahmen der Sukzession ein mehr oder weniger langlebiges Durchgangsstadium der Vegetationsentwicklung darstellen (HÖLZEL 1996 a). Auf Standorten mit mächtiger Sandauflage entwickeln sich die *Auengesellschaften* dagegen - meist ohne *Erico-Pinion*-Vorläufer - direkt weiter zu Ahorn-Eschenwäldern (*Aceri-Fraxinetum*). Entsprechende Standorte in der fossilen Aue werden heute aber gleichfalls großflächig von weide- und streunutzungsgeprägten Hochgras-Kiefernwäldern und deren Brachestadien eingenommen.

7.2.1. Bunt-Reitgras-Kiefernwälder (Calamagrostio-Pinetum)

Auf den grobkörnigen Schotterterrassen der fossilen Isaraue zwischen Bad Tölz und Wolfratshausen nehmen Erico-Pinion-Wälder noch eine Flächen von rund 500 ha ein (incl. Sekundärbestände) und gehören damit flächenmäßig zu bedeutendsten Alluvialbeständen nicht nur in Südbayern sondern auch im gesamten Alpenraum.

In der Baumschicht der Bunt-Reitgras-Kiefernwälder dominiert in der Regel alleine die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) zwischen der oft noch einzelne abgängige Exemplare von *Alnus incana* und *Salix elaeagnos* zu finden sind.

Die Ausformung und Vitalität der Wald-Kiefern reicht je nach Standort von extrem schütterten und niederwüchsigen Krüppelbeständen auf jungen Grobschottern bis hin zu wüchsigeren Beständen auf frischeren Standorten mit Sandüberlagerung, denen oft bereits Fichte oder Mehlbeere beigemischt sind. In der oft sehr reich entwickelten Strauchschicht dominiert der Wacholder (*Juniperus communis*) zu dem sich trockene und magere Bedingungen ertragende Laubsträucher wie *Berberis vulgaris*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus saxatilis* und *Fangula alnus* gesellen.

Auf trockenen Standorten dominieren in der oft noch extrem lückigen Feldschicht niederwüchsige Matrixarten wie *Erica herbacea*, *Carex humilis* und *Sesleria varia*, während auf etwas frischeren und reiferen Standorten wuchskräftigere Hochgräser wie *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg. und *Brachypodium rupestre* das Erscheinungsbild der Bodenvegetation maßgeblich bestimmen.

Neben den dominierenden Matrixarten finden sich mit hoher Stetigkeit Kennarten der Erico-Pinetea wie *Polygala chamaebuxus*, *Epipactis atrorubens*, *Viola collina*, *Bupthalmum salicifolium* und *Gymnadenia odoratissima* zu denen sich zahlreiche Begleiter aus Kalkmagerrasen und thermophilen Staudenfluren wie *Hippocrepis comosa*, *Ophrys insectifera*, *Euphorbia cyparissias*, *Prunella grandiflora*, *Carlina vulgaris*, *Polygonatum odoratum* und *Galium verum* gesellen. Besonders bezeichnend für das randalpische Calamagrostio-Pinetum sind die eher mesophytischen Kennarten *Festuca amethystina* und *Thesium rostratum*. Mit diesen Kennarten vergesellschaftet sind bezeichnenderweise viele Rasenarten der kühlfeuchten alpinen Hochlagen wie *Carex sempervirens*, *Carduus defloratus* und *Euphrasia salisburgensis* sowie weitere hochstete Wechsellrockniszeiger wie *Molinia caerulea* agg., *Carex flacca*, *Linum catharticum* und *Galium boreale*. Die im Vergleich zum Erico-Pinetum der trockenen Zentralalpentäler wesentlich mesophytischere Gesamtartenstruktur des randalpischen Calamagrostio-Pinetum ist vor allem in den sehr hohen Niederschlägen (> 1.200 mm) im Staubereich der Randalpen begründet (vgl. HÖLZEL 1996 a u. b).

Als Bodentypen finden sich unter den Bunt-Reitgras-Kiefernwäldern durchweg Borowinen bzw. Paraborowinen im Sinne von SEIBERT (1958), die sich altersbedingt vor allem hinsichtlich des Grades der Humusakkumultion und Freisetzung von Verlehmungsprodukten unterscheiden.

Das Calamagrostio-Pinetum zeigt eine reiche Gliederung in Subassoziationen anhand derer vor allem substrat- oder entwicklungsbedingte Unterschiede im Wasser- und Nährstoffhaushalt der Böden zu Tage treten (vgl. HÖLZEL 1996 a).

In der **Subassoziation von *Dryas octopetala***, die die jüngeren, noch sehr unreifen Grobschotterstandorte besiedelt, finden sich unter dem lückigen Schirm krüppeliger Kiefern zahlreiche Rohbodenpioniere und alpine Schuttflurarten wie *Carex ericetorum*, *Viola rupestris*, *Hieracium glaucum*, *Hieracium piloselloides* agg., *Gypsophila repens*, *Campanula cochlearifolia*, *Globularia cordifolia*, *Petasites paradoxus*, *Tolpis staticifolium* und *Tortella inclinata*, bei denen es sich vielfach um Sukzessionsrelikte der Schwemmlingsfluren und Weiden-Tamariskenfluren handelt.

Hinzu gesellen sich insbesondere in reiferen Beständen dieser Subassoziation weitere konkurrenzschwache Lückenbüßer mit breiterer ökologischer Amplitude wie *Dorycnium germanicum*, *Daphne cneorum*, *Thesium rostratum*, *Coronilla vaginalis*, *Leontodon incanus*, *Thymus praecox* und *Teucrium montanum*.

In der **Subassoziation von *Thesium rostratum***, die sich durch eine bereits geschlossenere aber immer noch vergleichsweise niederwüchsige Matrixvegetation auszeichnet, fehlen die ausgesprochenen Rohbodenpioniere und Schuttflurarten bereits weitgehend, während die oben erwähnten konkurrenzschwachen Lückenbüßer wie *Thesium rostratum* und *Dorycnium germanicum* noch reichlich zu finden sind.

Ein Großteil der seltenen und gefährdeten Arten konzentriert sich auf diese beiden standörtlich extremeren Subassoziationen, die insbesondere im Bereich der erst in diesem Jahrhundert trockengefallenen Schotterterrassen noch in erfreulicher Flächenausdehnung anzutreffen sind.

Frischere Standorte mit mächtigerer Sandüberlagerung und/oder bereits fortgeschrittener Bodenentwicklung besiedelt die meist von Hochgräsern (*Molinia caerulea* agg., *Calamagrostis varia*, *Brachypodium rupestre*) dominierte **Subassoziation von *Epipactis palustris***, in der bereits zahlreiche betont mesophile Arten wie *Cypripedium calceolus*, *Listera ovata*, *Laserpitium latifolium* und *Astrantia major* zu finden sind, während kleinwüchsige, aklonale Lückenbüßer wie etwa *Daphne cneorum* im dichten Hochgrasbestand sich nicht mehr zu regenerieren vermögen. Der frischere Standortscharakter dieser Einheit kommt auch anhand einer oft besonders üppig entwickelten Strauchschicht und des vitalen Auftretens der Fichte in der Baumschicht zum Ausdruck.

Auf älteren, besonders feinerdearmen Schotterstandorten mit ausgeprägter Tendenz zur Ausbildung saurer Trockenmoderauflagen findet sich eine **moosreiche Subassoziation**, in der neben Sauerhumusbesiedlern wie *Goodyera repens*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* und *Rhythidiadelphus triquetrus* auch bereits vermehrt und vital Arten trockener Laubwälder wie *Carex alba* und *Convallaria majalis* anzutreffen sind.

Reife Bestände der beiden zuletzt genannten Subassoziationen leiten in der Sukzession standörtlich und floristisch bereits zu bodentrockenen Laubwaldgesellschaften der Fagetalia über. In der Vergangenheit wurden viele dieser reiferen Sukzessionsstadien durch vegetations-

und standortdegradierende Einflüsse wie Beweidung, Streunutzung oder Brände in ihrem Zustand konserviert. Nach dem Wegfall sukzessionshemmender Nutzungen ist heute vielerorts eine starke Verdichtung der Gehölzstrukturen sowie eine flächenhafte Entwicklung hochwüchsiger Matrixarten in der Bodenvegetation zu beobachten, wodurch insbesondere ausgesprochen heliophile Arten und kleinwüchsige, konkurrenzschwache Lückenbüßer in einem deutlichen Rückgang begriffen sind.

7.2.2. Sekundäre, weide- und streunutzungsgeprägte Pfeifengras-Kiefernwälder (Molinia-Pinus-Gesellschaft)

Nur bei einem Teil Erico-Pinion -Wälder im Exkursionsgebiet handelt es sich zweifelsfrei um natürliche Durchgangsstadien der Vegetationsentwicklung im Rahmen primärer Sukzessionen auf trockenen Grobschotterböden. Vielmehr sind insbesondere im Norden der Pupplinger Au großflächig Bestände anzutreffen, bei denen ein standörtlicher Extremcharakter kaum erkennbar ist, da sie auf tiefgründig sandig-schluffigen Böden stocken (Kalkpaternien), deren Standortspotential bereits heute zweifelsfrei Laubwaldgesellschaften der Fagetalia zuließe. Bei diesen Vorkommen handelt es sich durchweg um Brachestadien ehemaliger Streunutzungs- und Weidewälder, die ihre Existenz historischen Nutzungen verdanken (vgl. SEIBERT 1958, HÖLZEL 1996 a u. b)

Der günstige Wasserhaushalt dieser Standorte wird alleine schon an der Wuchshöhe der Kiefer deutlich, die hier Oberhöhen von über 25 m erreicht, während in natürlichen Beständen selbst in reifen Sukzessionstadien nur selten 12 - 15 m überschritten werden.

Die Bestände zeichnen sich nach Einstellung der Nutzung meist durch eine sehr reich entwickelte Strauchschicht aus mesophilen Laubsträuchern (z. B. *Lonicera xylosteum*, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*) und nachdrängender Eschen- und Berg-Ahornverjüngung aus, die früher durch Streunutzung immer wieder zerstört und am Wiederaufkommen gehindert wurde. Die Bodenvegetation wird dominiert von einer üppig wuchernden Hochgrasflur aus *Molinia caerulea* agg., *Calamagrostis varia* und *Brachypodium rupestre*, die durch den Aufbau mächtiger Streufilzdecken die Existenz niederwüchsiger Arten sehr stark beeinträchtigt. Erico-Pinion Charakterarten sind meist nur noch als abgängige Relikte an Stammbasen vorhanden; ausgesprochene Trockenheits- und Magerkeitszeiger fehlen gänzlich. Stattdessen finden sich zahlreiche hinsichtlich Wasser- und Nährstoffversorgung anspruchsvolle Kräuter und hochschaftige Stauden wie *Rubus caesius*, *Galium album*, *Cirsium oleraceum*, *Angelica sylvestris*, *Thalictrum aquilegifolium* und *Pleurospermum austriacum* sowie Laubwaldarten wie *Daphne mezereum*, *Asarum europaeum*, *Paris quadrifolia*, *Viola reichenbachiana* und *Aposeris foetida*, die bereits auf eine Weiterentwicklung zu Fagetalia-Gesellschaften verweisen. Noch in den 50er und 60er Jahren enthielten lichte Streunutzungswälder zahlreiche Molinion- und Festuco-Brometea-Arten wie *Cirsium tuberosum*, *Tetragonolobus maritimus*, *Gymnadenia conopsea* und *Trifolium*

montanum (SEIBERT 1958, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972), die nach Einstellung der Streumahd in diesen Beständen heute weitgehend verschwunden sind.

Nach dem Wegfall der sukzessionshemmenden Nutzungen entwickelt sich die Mehrzahl der sekundären Pfeifengras-Kiefernwälder weiter zu Ahorn-Eschenwäldern weiter, sofern nicht - was nicht selten der Fall ist - ein Aufkommen von Gehölzjungwuchs der Schlußwaldgesellschaft am Wildverbiß oder gelegentlichen Bränden scheitert.

7.2.3. Kalkquellsümpfe (Primulo-Schoenetum)

Ein vegetationskundlich besonders interessantes Phänomen im Exkursionsgebiet ist die enge räumliche und floristische Verzahnung von bodentrockenen Erico-Pinion-Gesellschaften mit Kalkquellsümpfen der Tofieldietalia. Kalkquellsümpfe finden sich sowohl an Quellaustritten im unteren Bereich der die Aue flankierenden, von Molasse unterlagerten Spätglazialterrasse, als auch in episodisch durch aufsteigendes Druck- oder Qualmwasser überstauten tieferen Flutmulden und Rinnen (Abb. 4) innerhalb der fossilen Aue. Neben den in der Regel bestandsbildenden Arten *Schoenus nigricans* und *Schoenus ferrugineus* enthalten die Kalkquellsümpfe zahlreiche weitere bezeichnende Tofieldietalia-Arten wie *Primula farinosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris*, *Eriophorum latifolium*, *Carex davalliana*, *Carex lepidocarpa*, *Carex hostiana*, *Drepanocladus revolvens*, *Bryum pseudotriquetrum* und *Campylium stellatum*. Bemerkenswerterweise sind in den phasenweise stärker austrocknenden Kalkquellsümpfen aber auch reglmäßig Erico-Pinion-Arten wie *Thesium rostratum*, *Festuca amethystina* und *Aquilegia atrata* anzutreffen. Pflanzensozologisch handelt es sich bei den Kalkquellsümpfen im Exkursionsgebiet überwiegend um das im südlichen Alpenvorland noch recht weit verbreitete Primulo-Schoenetum.

8. Schlußbetrachtung

Der rasante Wandel der Vegetation in der Pupplinger und Ascholdinginger Au spiegelt deutlich die veränderte flußmorphologische Situation wider. Das weitgehende Verschwinden der ursprünglichen Pioniergesellschaften wie Knorpelsalat-, Ufer-Reitgras- und Weiden-Tamariskenflur sowie die Ausbreitung von Röhrichten, Hochstaudenfluren, Weiden- und Grau-Erlen-Auwäldern (vgl. Abb. 4) steht stellvertretend für die verlorengegangene natürliche Überflutungs- und Standortsdynamik der Isar. In den flußnahen Bereichen schreitet die Eutrophierung weiterhin fort, wodurch wohl bereits in naher Zukunft die letzten Alpenschwemmlinge und die Tamariske verschwinden werden. Die klassische Vegetationsabfolge praealpiner Wildflußauen läßt sich in vollständiger Zonation im gesamten Nordalpenraum nur noch in Restbeständen an der oberen Isar zwischen dem Sylvensteinspeicher und Wallgau sowie am Tiroler Lech beobachten, wobei es sich aber auch hierbei bereits um stark gestörte bzw. hochgradig gefährdete Vorkommen handelt (vgl. z. B. MÜLLER & BÜRGER 1990, MÜLLER et al. 1992).

Die Trocken- und Magerstandorte in der fossilen Aue mit ihrem reichen Bestand seltener Arten haben infolge der Eintiefung der Isar zwar vorübergehend erheblich an Fläche gewonnen, doch darf nicht übersehen werden, daß in Zukunft aufgrund fehlender Morphodynamik keine Rohbodenstandorte mehr entstehen werden, auf denen sich Erico-Pinion-Wälder im Rahmen primärer Sukzessionen regenerieren könnten. Mittel- und langfristig betrachtet stellt der Wegfall der Morphodynamik also auch eine existentielle Bedrohung der heute noch sehr großflächigen und floristisch so überaus reichhaltigen Trockenkiefernwälder dar, zumal sukzessionshemmende Nutzungen heute keine Anwendung mehr finden (vgl. HÖLZEL 1996a).

9. Literatur

- CONRAD-BRAUNER, M. (1994): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet „Unterer Inn“ und seiner Umgebung. - Berichte der ANL, Beiheft 11: 129 S.
- DISTER, E. (1985): Auenlebensräume und Retentionsfunktion. - Laufener Seminarbeiträge 3/85: 74-90.
- HÖLZEL, N. (1996 a): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. - Forschungsberichte der ANL, Heft 3: ca. 165 S.; Laufen (in Druck).
- HÖLZEL, N. (1996 b): Erico-Pinetea - Alpisch-Dinarische Karbonat-Trocken-Kiefernwälder. - Pflanzengesellschaften der Bundesrepublik Deutschland, Heft 1. - Hrsg.: DIERSCHKE, H. für die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft und die Reinhold Tüxen-Gesellschaft (Tuexenia Sonderheft): ca. 30 S.; Göttingen (in Druck).
- JERZ, H., SCHAUER, TH., SCHEUERMANN, K. (1986): Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdingen und Pupplinger Au. - Ver. z. Schutz d. Bergwelt 51: 87-131.
- LANGENSIEPEN, I. & A. OTTE (1994): Hofnahe Obstbaum-bestandene Wiesen und Weiden im Landkreis Bad-Tölz-Wolfratshausen - Standortkundliche und nutzungsbedingte Differenzierungen ihrer Vegetation. - Tuexenia 14: 169-196.
- MÜLLER, N. (1991): Auenvegetation des Lech bei Augsburg und ihre Veränderung infolge von Flußbaumaßnahmen. - Augsb. Ökolog. Schrft. 2:79-108.
- MÜLLER, N. & A. BÜRGER (1990): Flußmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft (Oberes Lechtal, Tirol). - Jb. Ver. Schutz Bergwelt 55: 123-154.
- MÜLLER, N., DALHOF, B., HÄCKER, B. & G. VETTER (1992): Auswirkungen von Flußbaumaßnahmen auf Flußdynamik und Auenvegetation am Lech - eine Bilanz nach 100 Jahren Wasserbau an einer nordalpinen Wildflußlandschaft. - Berichte der ANL 16: 181-213.
- SCHÖNFELDER, P. & A. BRESINSKY (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. - Stuttgart: 752 S.

- SEIBERT, P. (1958): Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet "Pupplinger Au". -
Landschaftspflege und Vegetationskunde, München 1: 79 S.
- SEIBERT, P. & W. ZIELONKOWSKI (1972): Landschaftsplan „Pupplinger und
Ascholdinger Au“. - Schriftenr. Natursch. u. Landschaftspf. 2: 40 S.

Exkursion C / D (2. Teil): Besuch der Limnologischen Station der TU München in Iffeldorf

Prof. Dr. A. Melzer und Dr. U. Räder

1. Die Osterseen

Die südlich des Starnberger Sees gelegenen Osterseen stellen ein Seensystem aus 19 kleineren Einzelgewässern dar, die von Natur aus miteinander in Verbindung stehen (siehe Karte). Die besondere Eignung dieses Seengebietes für biologische Untersuchungen ergibt sich aus der Tatsache, daß die Seen durch gleiche Entstehungsart (MUNTHE aus ROTHPLETZ 1917) eine ähnliche Morphologie aufweisen und durch ihre nachbarschaftliche Lage denselben klimatisch Umweltbedingungen ausgesetzt sind. Dennoch weisen die Osterseen, einerseits durch unterschiedlichen Grundwasserzustrom (ZORELL 1941, MELZER 1976) und andererseits durch verschiedene Nährstoffbelastung (MELZER 1976) ein breites Spektrum von Seentypen auf. Diese außerordentliche Vielfältigkeit der hydrologischen und chemischen Eigenschaften bietet die ideale Basis für vergleichende limnologische Studien (MELZER 1976).

1.1 Geologische Entstehung der Osterseen

Mit der Frage nach der Entstehung der Osterseen beschäftigten sich seit Anfang dieses Jahrhunderts, wie MELZER (1976) zusammenfaßte, zahlreiche Geologen (ULE 1901, ROTHPLETZ 1917, GAMS & NORDHAGEN 1923, WASMUND 1927, 1934).

Ohne Zweifel stellen die Osterseen, wie auch die zahlreichen anderen Seen und Moore in der Moränenlandschaft des Alpenvorlandes, ein Relikt der letzten Eiszeit dar. Während jedoch der Monograph des Starnberger Sees ULE (AUS ROTHPLETZ 1917) die Osterseen fälschlicherweise noch als echte Moränenseen deutete, führten die Beobachtungen des Schweden MUNTHE (aus ROTHPLETZ 1917) zur allgemein anerkannten Überzeugung, daß die Entstehung der Osterseen einem würmeiszeitlichen Toteisgebiet zu verdanken sei.

Das Osterseengebiet zeichnet sich durch eine außergewöhnliche Vielfalt an spätglazialen Ablagerungen aus. Neben Grundmoränen, Seitenmoränen, Eisrandterrassen und dem charakteristischen Eberfinger Drumlinfeld, prägen fluvioglaziale Formationen wie Oser und Kames das Landschaftsbild dieses Gebietes. Nach ROTHPLETZ (1917) läßt sich die ungewöhnlich formenreiche Geländemorphologie durch den Zerfall eines Teiles des Isarvorlandgletschers in zahlreiche Toteisblöcke als Folge rascher Rückzugsvorgänge des Gletschers erklären.

Der durch diese Eisblöcke bedeckte Anteil der Grundmoräne blieb von einer Auffüllung mit Schottermassen, die die Schmelzwasserströme des sich zurückziehenden Hauptgletschers herantransportierten und um die Toteismassen anlagerten, verschont. Da der Schotternachschub mit zunehmender Entfernung des Gletschers nach Süden versiegte, blieben die durch das langsame Abschmelzen der Eisblöcke entstandenen Becken der Osterseenkette erhalten.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Entstehung und Erhaltung der Seenkette war die Abtrennung des Starnberger See von seinem ursprünglichen Zufluß, der Loisach. Nach GAMS und NORDDHAGEN (aus MELZER 1976) gehörten der Starnberger See, der Kochelsee, sowie der Murnauer - und der Wolfratshausener See, die beide nicht mehr existieren, einem durch die Loisach gespeisten Seensystem an. Der Durchbruch der Isar durch die nördliche Endmoräne des Wolfratshausener Sees zog weitreichende Konsequenzen nach sich. Das allmähliche Auslaufen dieses Sees bewirkte eine Entwässerung des gesamten Loisachseesystems in Richtung Osten, wodurch der westlich gelegene Starnberger See von der Wasserzufuhr abgeschnitten wurde. Durch diese hydrologische Isolierung blieben der Starnberger See sowie die Osterseen vor Verlandungsprozessen durch einen Zufluß verschont.

1.2 Morphologie der Osterseen

Aufgrund ihrer gleichen Entstehungsweise ist es wenig erstaunlich, daß sich die Becken der einzelnen Seen morphologisch ausgesprochen ähnlich sind. Es handelt sich stets um annähernd runde, trichterförmige Becken, deren tiefster Punkt ungefähr in der Mitte zu finden ist. Auch der Große Ostersee weicht durch auffallend größere Oberfläche und Volumen (Tabelle 1) nur scheinbar von diesem allgemeinen Muster ab. Wie dem Verlauf der Tiefenlinien des Großen Ostersees zu entnehmen ist, gliedert sich dessen Seebecken in Einzelbecken, die der oben beschriebenen Morphologie entsprechen. Gleiches gilt für die beiden Seebecken des Eishaussees.

1.3 Hydrologie

Die Existenz der zahlreichen Seen kann als Zeichen einer starken Grundwasserführung in den postglazialen Schotterablagerungen des Osterseengebietes gewertet werden.

Um die Deutung des komplexen hydrologischen Geschehens machte sich vor allem WASMUND (1934) verdient. Durch den Vergleich der Tiefe und des Pegelstands zahlreicher Brunnen und Bohrungen, gelang es ihm nachzuweisen, daß der Grundwasserspiegel ein der Geländemorphologie entsprechendes Gefälle von Süden nach Norden aufweist. WASMUND Untersuchungen belegen zweifelsfrei, daß Grundwasserzuflüsse sowohl die Osterseen als auch den nördlich dieser Gewässer anschließenden Starnberger See speisen, wobei ein großer Anteil des Grundwassers zunächst den Osterseen zuströmt. Oberirdische Zuflüsse spielen praktisch keine Rolle.

Besonders im Süden der Seenplatte, an Wasch-, Schiffhütten- und Sengsee, sowie am Ostersee, tritt das Grundwasser in beträchtlichen Mengen aus diversen unterseeischen Quelltrichtern (Limnokrenen) und diffusen Zutritten in die Seen. Jedoch auch am Herrensee und an einigen der nördlichen Seen (Westl. Breitenauersee, Stechsee und Lustsee) lassen sich Grundwasserzutritte finden, wobei speziell die Grundwassertrichter des Lustsees durch eine starke Schüttung gekennzeichnet sind (Karte 1).

Nicht nur die Schüttung des Grundwassers schwankt in Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen sehr stark. Auch die unterirdischen Strömungsbahnen ändern sich. WASMUND (1934) sowie ZORELL (1941) zeigten, daß die teilweise starken Grundwasserströmungen durch Auswaschung des kalkhaltigen Untergrunds lokale Landabsenkungen verursachen.

Aufgrund der stereoskopischen Auswertung von Luftbildern erkannte BODECHTEL (1965), daß die im südlichen Bereich liegenden Quelltrichter auf einer von NW in Richtung SO verlaufenden Linie liegen, die durch eine sogenannte Härtlingsschwelle des tertiären Untergrunds bedingt ist (Karte 1). An dieser Stelle wird deutlich, daß das Südende des Osterseengebiets an einem aus tertiärgeologischer Sicht markanten Punkt liegt. Es befindet sich genau am geologisch definierten Nordende der Alpen, der Grenzlinie, an der die Faltenmolasse auf die ungefaltete Vorlandmolasse trifft (MÜLLER 1970). Die Härtlingsschwelle besteht aus den widerstandsfähigen Gesteinsschichten des aufgestülpten Südendes der ungefalteten tertiären Molasse. Die Schubkraft der bei der Entstehung der Alpen gebildeten Faltenmolasse verursachte diese Aufstülpung. Aufgrund ihres harten Gesteins blieb diese Schwelle vor einer Abtragung durch die pleistozänen und postglazialen Gletscherbewegungen verschont.

Tab. 1: Morphometrische Übersicht
 (nach ZORELL 1941, und dem Verzeichnis der Seen in Bayern,
 BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, 1982)

See	Oberfläche ha	Volumen x 1000 m ³	Länge km	Breite km	max.Tiefe m
Wachsee	0,85	25,6	-	-	5,4
Schiffhüttensee	1,17	40,8	-	-	6,6
Sengsee	5,45	387,9	0,36	0,15	14,6
Fohnsee	21,19	2298,3	0,78	0,27	23,7
Großer Ostersee	117,63	14000,0	2,15	0,83	29,7
Ö.Breitenauersee	2,39	160,0	-	-	15,6
W.Breitenauersee	6,09	352,6	0,59	0,10	17,1
Ameisensee	3,76	346,7	0,60	0,06	18,9
Stechsee	7,54	486,8	0,82	0,09	15,2
Gröbensee	6,07	353,8	0,59	0,10	15,2
Gartensee	7,46	389,4	0,49	0,15	13,7
Lustsee	5,92	371,1	0,61	0,10	18,0
Fischkaltersee	3,28	191,8	0,29	0,11	11,4
Bräuhaussee	5,11	295,1	0,35	0,15	12,5
Eishaussee	7,69	511,3	0,44	0,17	19,1
Herrensee	3,00	148,2	0,26	0,12	10,7

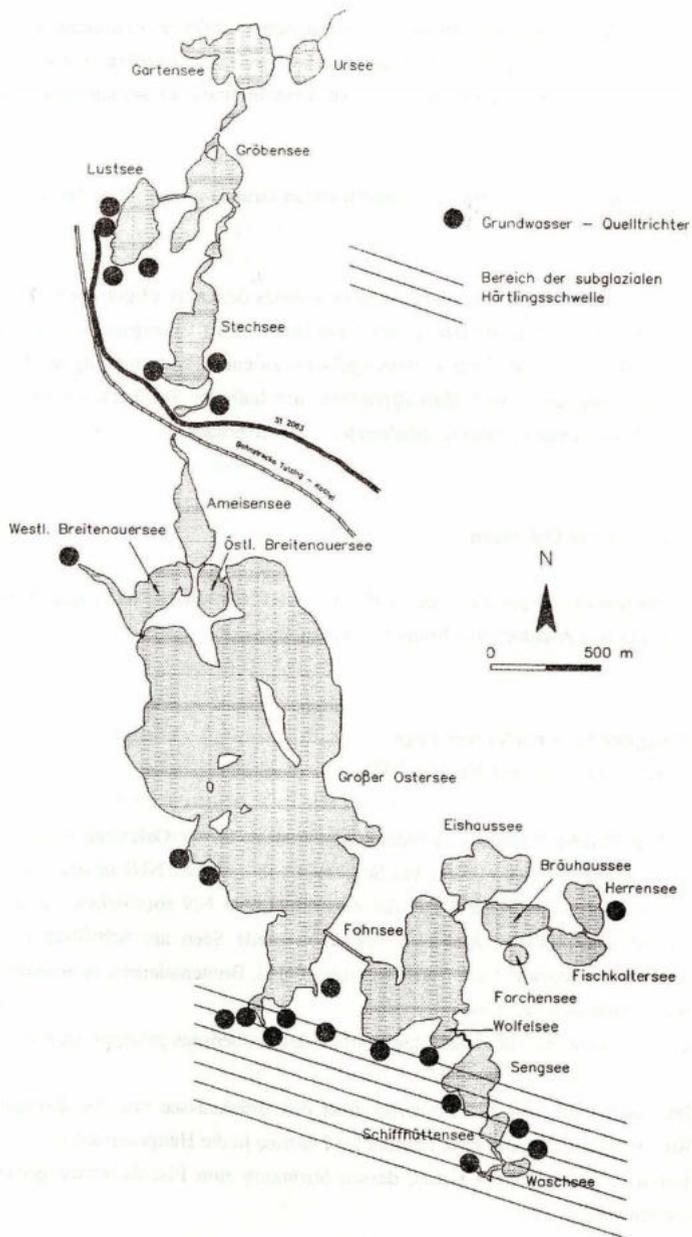


Abb. 1: Übersichtskarte Osterseen

Das aus den südlich des Seengebiets liegenden Schotterfeldern zuströmende Grundwasser staut sich an dieser Härtingschwelle und ist gezwungen, diese Barriere zu überfließen. In den durch die glaziale Erosion entstandenen Toteiskesseln findet es seinen Weg ins Freie und speist somit die Seen.

Der Zustrom des sommerkalten und winterwarmen Grundwassers prägt die Thermik der betroffenen Seen nachhaltig.

Ursprünglich gehörten alle Seen des Osterseengebietes dem kalk-oligotrophen Gewässertypus an. Anthropogen bedingte Belastung des Grundwassers im Einzugsbereich der Seen führte insbesondere im Süden des Untersuchungsgebietes zu einer Eutrophierung der Gewässer und es konnte sich ein deutlicher Nährstoffgradient innerhalb der Seenkette ausbilden. Lediglich der Lustsee blieb in einem nahezu unbelasteten Zustand erhalten.

1.4 Gliederung der Osterseen

Die 19 Einzelgewässer des Osterseengebietes lassen sich sowohl nach ihrer Lage, als auch nach ökologischen Aspekten zu Gruppen zusammenfassen.

Gliederung der Seen nach ihrer Lage

(vgl. auch ZORELL 1941 und MELZER 1976)

Die durch natürliche Kanäle verbundene Hauptseenkette der Osterseen wird in Süd-Nord-Richtung durchströmt und mündet bei Seeshaupt (584 m über NN) in den Starnberger See. Das Anfangsglied dieser Kette bildet der mit 594 m über NN am höchsten gelegene Waschsee. Ihm schließen sich in Richtung Norden folgende Seen an: Schiffhüttensee, Sengsee, Fohnsee, Großer Ostersee, Östl. Breitenauersee, Westl. Breitenauersee, Ameisensee, Stechsee, Gröbensee, Gartensee und Ursee.

In diese Hauptseenkette entwässert der westlich des Gröbensees gelegene Lustsee.

Eine Seitenkette, die vom Fischkaltersee über den Bräuhausee und den Eishausee in Ost-West-Richtung durchströmt wird, mündet am Fohnsee in die Hauptseenkette.

Den Herrensee verbindet ein Kanal, dessen Strömung zum Fischkaltersee gerichtet ist, mit dieser Seitenkette.

Die Hauptseenkette läßt sich in drei physiognomisch unterscheidbare Gruppen einteilen. Eine vierte Einheit bilden die Seen der Seitenkette.

1. Iffeldorfer Seengruppe

Zu dieser Seengruppe zählen die drei südlich gelegenen Grundwasserseen Waschsee, Schiffhüttensee und Sengsee, sowie der Fohnsee. Diese Seen sind im wesentlichen von Wiesen umgeben, die teilweise als Weideland und am Fohnsee auch als Badeplatz genutzt werden.

2. Mittlere- oder Osterseeegruppe

Hier wird der Gr. Ostersee mit dem Östl. Breitenauersee, dem Westl. Breitenauersee und dem Ameisensee zusammengefaßt. Die Insel Holzau trennt die Seen, die größtenteils von Wald umgeben sind, voneinander. Das Ostufer des Ostersees ist als Badeplatz ausgewiesen.

3. Seeshaupter Seengruppe

Stechsee, Gröbensee, Gartensee und Ursee, die vier nördlichen Seen der Hauptseenkette, sowie der Lustsee, bilden diese, von Wald und ausgedehnten Schilfflächen umgebene Seengruppe.

4. Staltacher Seengruppe

Zu dieser Gruppe zählen die durch einen bewaldeten Oserrücken von den Iffeldorfer Gruppe getrennten Seen der Seitenkette, bestehend aus Fischkalter-, Bräuhaus- und Eishaussee, sowie Herrensee.

1.5 Gliederung der Seen nach ökologischen Aspekten

Aufgrund der physikalisch-chemischen Untersuchungen ordnete MELZER (1976) die Einzelgewässer des Osterseengebietes fünf verschiedenen Seetypen zu, deren physikalisch-chemische Eigenschaften sich in einem charakteristischen Pflanzeninventar widerspiegeln (Tab. 2).

Tab. 2: Typisierung nach Belastungsgrad

Seetyp	physikalische Eigenschaften	chemische Eigenschaften	Seen
I	starker Grundwassereinfluß	unbelastet	Lustsee
IIa	kein nennenswerter GW-Einfluß	geringe Belastung	Herrensee Gartensee Gröbensee Stechsee Ameisensee Östl.Breitenauersee Westl.Breitenauersee
IIb	kein nennenswerter GW-Einfluß	mäßige Belastung	Ostersee Fohnsee Eishaussee
IIIa	ohne GW-Einfluß	mäßige Belastung	Bräuhaussee
IIIb	ohne GW-Einfluß	belastet	Fischkaltersee
IV	starker GW-Einfluß	belastet	Sengsee Schiffhüttensee Wachsee

2. Forschungsschwerpunkte an der Limnologische Station der TUM

2.1 Makrophyten

Die Basis vieler limnologischer Untersuchungen im Osterseegebiet bildet eine von MELZER (1976) in den Jahren 1974/75 durchgeführte Arbeit. Diese Studie hatte die Kartierung der makrophytischen Wasserpflanzen zum Inhalt und wurde von umfangreichen Messungen der physikalischen Umweltparameter, sowie der erstmaligen Ermittlung der Nährstoffverhältnisse in den Seen begleitet. Eine Wiederholung dieser Untersuchungen erfolgte im Jahr 1981 sowie in den Jahren 1993/94.

MELZER (1976) konnte den erhöhten Nährstoffgehalt der im Süden des Osterseegebietes liegenden Seen eindeutig auf anthropogen bedingten Nährstoffeintrag zurückführen, der sich aus verschiedenen Komponenten zusammensetzte.

Eine wesentliche Ursache für die Belastung der Seen war die Tatsache, daß in der Mitte der 70er Jahre die häuslichen und kommunalen Abwässer der Gemeinde Iffeldorf und ihres Ortsteils Staltach noch nicht gesammelt wurden, sondern zum Teil direkt in den Wasch- und den Fischkaltersee eingeleitet oder in sogenannten Versitzgruben entsorgt wurden. In den stark grundwasserführenden Schottern der Iffeldorfer Eisrandterrasse kam die Abwasserbeseitigung durch das Versickerungsverfahren einer indirekten Einleitung in die Seen gleich.

Zu dieser Belastungsquelle der ortsnahen Seen addierte sich der Nährstoffeintrag durch unsachgemäße Bewirtschaftung und Beweidung der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bereich der Seen. Die Gewässerbelastung durch die Landwirtschaft blieb jedoch ebenfalls auf die südlichen Seen beschränkt, da die übrigen Seen von ausgedehnten Wald- und Hochmoorflächen umgeben sind.

Anhand der Verbreitung der Wasserpflanzen stellte MELZER (1976) hochsignifikante Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen bestimmter Arten und dem Nährstoffgehalt des Gewässers fest. Es konnte zusätzlich gezeigt werden, daß sich Grundwasserseen in ihrem Wasserpflanzeninventar von Seen ohne Grundwasserzufluß unterscheiden. Aufgrund dieser Ergebnisse war es möglich, diversen makrophytischen Wasserpflanzen Indikatoreigenschaften zur Bestimmung des Gewässerzustandes von Seen zuzuschreiben.

Zahlreiche weitere Untersuchungen von MELZER belegen die enge Korrelation zwischen dem Wasserpflanzeninventar und dem P-Gehalt eines Gewässers, so daß der sogenannte Makrophytenindex zur Gewässergütebestimmung entwickelt werden konnte. Von MELZER und seiner Arbeitsgruppe wurden im Verlauf der letzten beiden Jahrzehnte rund 100 Seen hinsichtlich ihres Makrophyteninventars flächendeckend kartiert, um die Wasserqualität der

Gewässer zu bestimmen. Die meisten dieser Untersuchungen wurden an bayerischen Seen durchgeführt. Es fanden jedoch auch zahlreiche Tauchkartierungen in anderen Bundesländern bzw. in Schweden, Österreich und in Italien statt.

2.2 Diatomeen

Seit drei Jahren bildet die Untersuchung des Aufwuchses im Litoralbereich von Seen einen weiteren Forschungsschwerpunkt. In zahlreichen Diplomarbeiten wurde das Vorkommen und die Entwicklung von Aufwuchsdiatomeen in den Osterseen unter verschiedenen Fragestellungen bearbeitet. Zum einen wurde die jahreszeitliche Veränderung der Zusammensetzung des Kieselalgenbewuchses von *Phragmites australis* und von *Nymphaea alba* in Seen unterschiedlicher Trophie untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden bereits nach den neuesten Erkenntnissen von HOFMANN (1994) ausgewertet. Andererseits galt den benthischen Kieselalgen des oligotrophen Lustsees besondere Aufmerksamkeit. So wurde z.B. untersucht, wie sich die Wassertiefe auf den Kieselalgenaufwuchs von Schilfhalmen auswirkt. Bei der Bearbeitung der Aufwuchsdiatomeen von Characeen aus verschiedenen Tiefen des Lustsees (1-15 m) ließen sich eindeutige Präferenzen bestimmter Diatomeenassoziationen für unterschiedliche Tiefenbereiche feststellen. In Enclosure-Experimenten wurde der Einfluß der wichtigsten Nährstoffe wie Phosphat und Stickstoff auf die Zusammensetzung epipsammischer Kieselalgenesellschaften untersucht. Dabei zeigte sich, daß eine P-Düngung bereits nach kurzer Zeit zu einer Verdrängung oligotropher Arten führt. Durch die Untersuchung von kritisch-Punkt-getrockneten Schilfhalmen konnten wichtige Hinweise zur Architektur des Kieselalgenaufwuchses gewonnen werden.

2.3 Schilfröhricht

Eine weitere wissenschaftliche Aktivitäten an der Limnologischen Station der TUM hat die Erforschung der Ursachen des Schilfrückganges an bayerischen Seen zum Inhalt. Im Rahmen dieser Studie sollen die Ursachen für den seit mehreren Jahren nicht nur in Bayern beobachteten Rückgang der Schilfbestände ermittelt werden. Bemerkenswerterweise betrifft dieses Phänomen in der Regel ausschließlich die aquatischen *Phragmites*-Bestände. Das vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen für den Zeitraum von 1991 bis 1995 geförderte Projekt gliedert sich in folgende drei Abschnitte. In der ersten Phase wurden die Entwicklungen der seeseitigen Schilfflächen des Ammersees, des Starnberger Sees, des Chiemsees und des Waginger-Tachingener Sees seit 1945 anhand der Auswertung von Luftbildern erfaßt. Biometrische Messungen an ausgewählten Schilfbeständen der jeweiligen Seen erlaubten eine erste Eingrenzungen der Rückgangsursachen. Als Gründe für den Schilfrückgang kommen mechanische, chemisch-physikalische, hydrologische, klimatische

und biologische Faktoren in Betracht, die sich zum Teil überlagern. Deshalb stand im zweiten Abschnitt des Forschungsvorhabens die Analyse der einzelnen Ursachen und ihrer Wirkungsmechanismen im Vordergrund. Abschließend wird in der dritten Phase des Projektes ein Maßnahmenkatalog zum Schutz bestehender Röhrichtbestände und zur Wiederansiedelung von Schilf durch gezielte Renaturierungsmaßnahmen im Uferbereich erarbeitet.

2.4 Abwasserteichanlagen

Im Rahmen eines kürzlich begonnenen Forschungsvorhabens sollen die Konstruktionsmerkmale ausgewählter unbelüfteter Abwasserteichanlagen, wie der Aufbau und die Aufteilung der Teiche, die Durchströmung, die Klimabedingungen (Windverhältnisse etc.) sowie die Reinigungsleistung erfaßt werden.

Ferner soll im Ablaufbereich einer Abwasserteichanlage ein bepflanzter Filterbereich angelegt werden, um so Massenentwicklungen von Algen und Lemnaceen zurückzuhalten und einen Abtrieb in das nachfolgende Gewässer zu verhindern. Der Schwerpunkt des Vorhabens liegt somit auf Untersuchungen über die Eignung von bepflanzten Kies-Sandfiltern zum Rückhalt von Algen und Lemnaceen. Weiterhin werden Studien über die Stabilität dieses Systems, die Durchlässigkeit des Filters und die Restreinigungswirkung durchgeführt.

Außerdem sollen im Rahmen der geplanten Untersuchungen auch Daten über die Mikro- und Makroorganismen-Gemeinschaft bestehender Anlagen erhoben werden, um zu einem besseren Verständnis der einzelnen biologischen Parameter und deren Interaktionen beim Abbau von Abwasser zu gelangen, welches zur Lösung der angeführten Probleme unerlässlich ist.

Der Schwerpunkt der Phyto- und Zooplanktonuntersuchungen soll auf Studien der Protozoen liegen. In Abwasserteichen wurden bereits Stichprobenuntersuchungen zur Protozoengemeinschaft durchgeführt. Sie war gekennzeichnet durch hohe Individuen- und Artenzahlen. Dies deutet auf eine entscheidende Regel- und Kontrollfunktion der Protozoen auf die Bakterien- und Algengemeinschaft hin, ähnlich wie dies in Belebungsbecken der Fall ist. Langfristige Untersuchungen stehen aber noch aus. Bezüglich der Planktongemeinschaft in Abwasserteichen und deren Rolle beim Abbau organisch belasteten Wassers besteht daher ein erheblicher Handlungs- und Forschungsbedarf.

3. Literatur

- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1982): Verzeichnis der Seen in Bayern. - Hrsg: BLfW. 1/85
- Bodechtel, J. (1965): Die südlichen Osterseen bei Iffeldorf in Oberbayern. - Erdkunde 19, 150-155

- Melzer, A. (1976): Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayerischer Seen. - Diss. Bot. 34
- Müller, M. (1970): Das Ergebnis der Bohrung Staffelsee 1 als Grundlage für neue Vorstellungen über Bau und Untergrund der gefalteten Molasse. - Geologica Bavarica 63, 86-106
- Rothpletz, A. (1917): Die Osterseen und der Isarvorlandgletscher. - Mitt. Geogr. Ges. München 12, 99 -314
- Wasmund, E. (1934): Grundwasserverhältnisse und Seespiegelschwankungen im oberbayerischen Osterseengebiet. - Mitt. Geogr. Ges. München 27, 87-125
- Zorell, F. (1941): Beiträge zur Kenntnis der oberbayerischen Osterseen. - Mitt. Geogr. Ges. München 33, 19-42

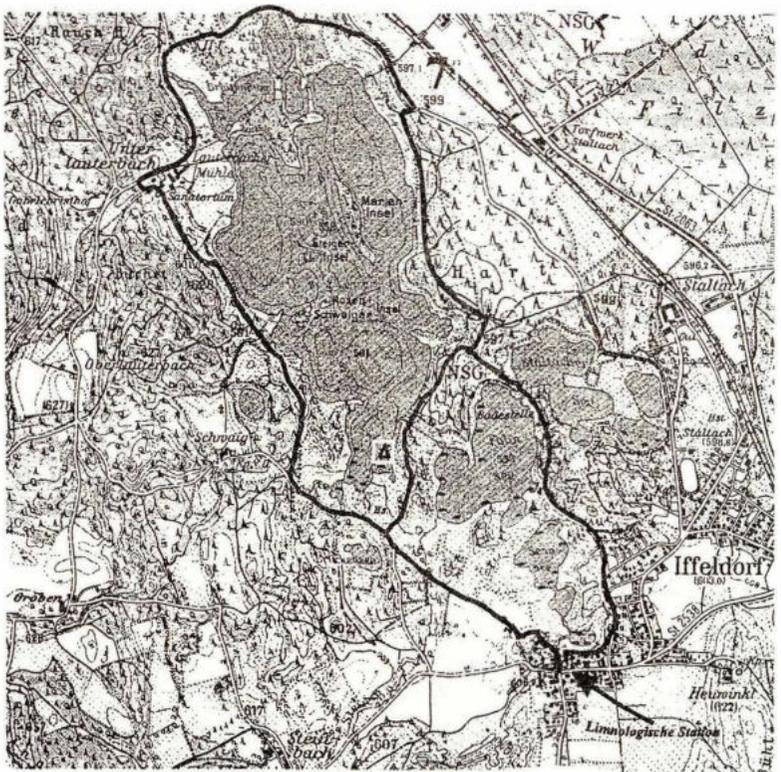


Abb. 2: Besichtigungsrouten

Exkursion E:

Montane und hochmontane Wälder und ihre Abfolge am nördlichen Alpenrand bei Benediktbeuern und Kochel

Dr. C. Abs, Prof. Dr. A. Fischer und Dipl. Biol. J. Ewald¹

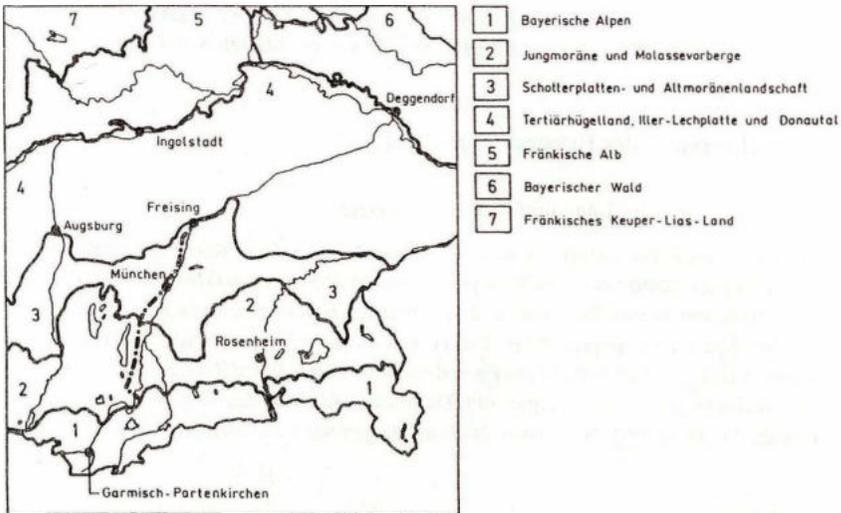


Abb.1: Anfahrt zur Exkursion „Montane und hochmontane Wälder“

1 Einleitung

Die Gebirgswälder der Alpen haben seit der Grundlegung der Vegetationskunde in Bayern durch SENDTNER (1854) auf den Naturforschenden einen besonderen Reiz ausgeübt. Mit dem Bewußtsein ihrer Gefährdung ist die Notwendigkeit gewachsen, sie als ökologisches Wirkungsgefüge zu verstehen. Die Pflanzensoziologie hat mit ihrer Methode der Beschreibung und Klassifikation von Pflanzengemeinschaften an dieser Aufgabe gewichtigen Anteil. Die

¹ in Anlehnung an die Diplomarbeiten von Herrn Dr. N. Hölzel 1990 und Herrn Dipl. Biol. J. Ewald (siehe EWALD & FISCHER 1995).

Anschrift der Verfasser: Lehrbereich Geobotanik der Forstwissenschaftlichen Fakultät der LMU, Hohenbachernstr. 22, D-85354 Freising-Weißenstephan.

pflanzensoziologische und ökologische Charakterisierung von Gebirgswäldern bleibt dennoch auch heute mit besonderen Schwierigkeiten und Anforderungen verknüpft. Der in den Alpen stark vom wirtschaftenden Menschen überprägte Charakter der Pflanzengesellschaften haben die Dokumentation naturnaher Wälder seit jeher erschwert. Der auf eine ungewöhnliche Vielfalt der standörtlichen Verhältnisse und eine besondere Florengeschichte zurückzuführende Artenreichtum verursacht grundsätzliche methodische Probleme. Darüber hinaus verändern sich im Gebirge mit dem Klima und den Konkurrenzverhältnissen das ökologische Verhalten und der standörtliche Zeigerwert von Pflanzenarten.

Mit den neueren Arbeiten aus unserem Hause (Substrat- und Klimaabhängigkeit der Waldtypen) kann inzwischen eine umfangreiche, floristisch-soziologische und ökologische Kennzeichnung der Waldstandorte der nördlichen Kalkalpen als grundlegendes Bezugssystem für weitergehende Detailuntersuchungen und als Grundlage für eine waldbauliche und landschaftsökologische Planung zur Verfügung gestellt werden (MICHIELS 1994, EWALD in Vorb., STORCH 1983).

2 Beschreibung des Exkursionsgebietes

2.1 Geographische Lage und Exkursionsroute

Das Exkursionsgebiet gehört zur naturräumlichen Haupteinheit "Kocheler Berge" innerhalb der schwäbisch-oberbayerischen Voralpen. Es ist in Höhen von ~800 bis 1.400 m NN gelegen und durch einen großen Reichtum an unterschiedlichen Waldgesellschaften in z. T. recht naturnaher Ausbildung ausgezeichnet. Unsere Exkursion wollen wir südöstlich von Benediktbeuern (Landkreis Bad Tölz) beginnen und zunächst dem Lainbach bis zur Schmiedlaine folgen. Von dort geht es steil bergan zum Gurnmoos unterhalb des Gurnbergs und der Eibelfleckalm (1034 m NN). Nach einer Stärkung steigen wir zur Tutzinger Hütte (1325 m NN) auf.

2.2 Klima

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei + 5.9 °C (Eibelfleckalm 1040 mNN) und - bei einem für die Alpen charakteristischen Höhengradienten von 0.51 K/100 m - bei + 4.4 °C an der Tutzinger Hütte (1325 mNN). Die Alpenrandlage bedingt mit einer Jahressumme von 2.200 mm ganzjährig ausgesprochen hohe Niederschläge. 33 % des jährlichen Gesamtniederschlags fallen als Schnee.

Nach der Klimadiagramm-Klassifikation handelt es sich um eine besonders niederschlagsreiche Ausprägung des relativ ozeanischen, wolkenreichen Montanklimas (VI(X)3), das für die von Bergmischwald beherrschten Alpen-Außenketten charakteristisch ist (Abb. 2).

Ähnlich humide Verhältnisse (bei vergleichbarer Höhe und Temperatur) herrschen zufolge am Alpennordrand nur in den Allgäuer Alpen, im Bregenzer Wald und in den nordostschweizerischen Randalpen. Im Analogieschluß zu den Vegetationsverhältnissen in unterschiedlich stark ozeanisch bzw. kontinental geprägten Mittelgebirgen läßt dieser Klimatyp eine relative Förderung der Buche im montanen Mischwald erwarten.

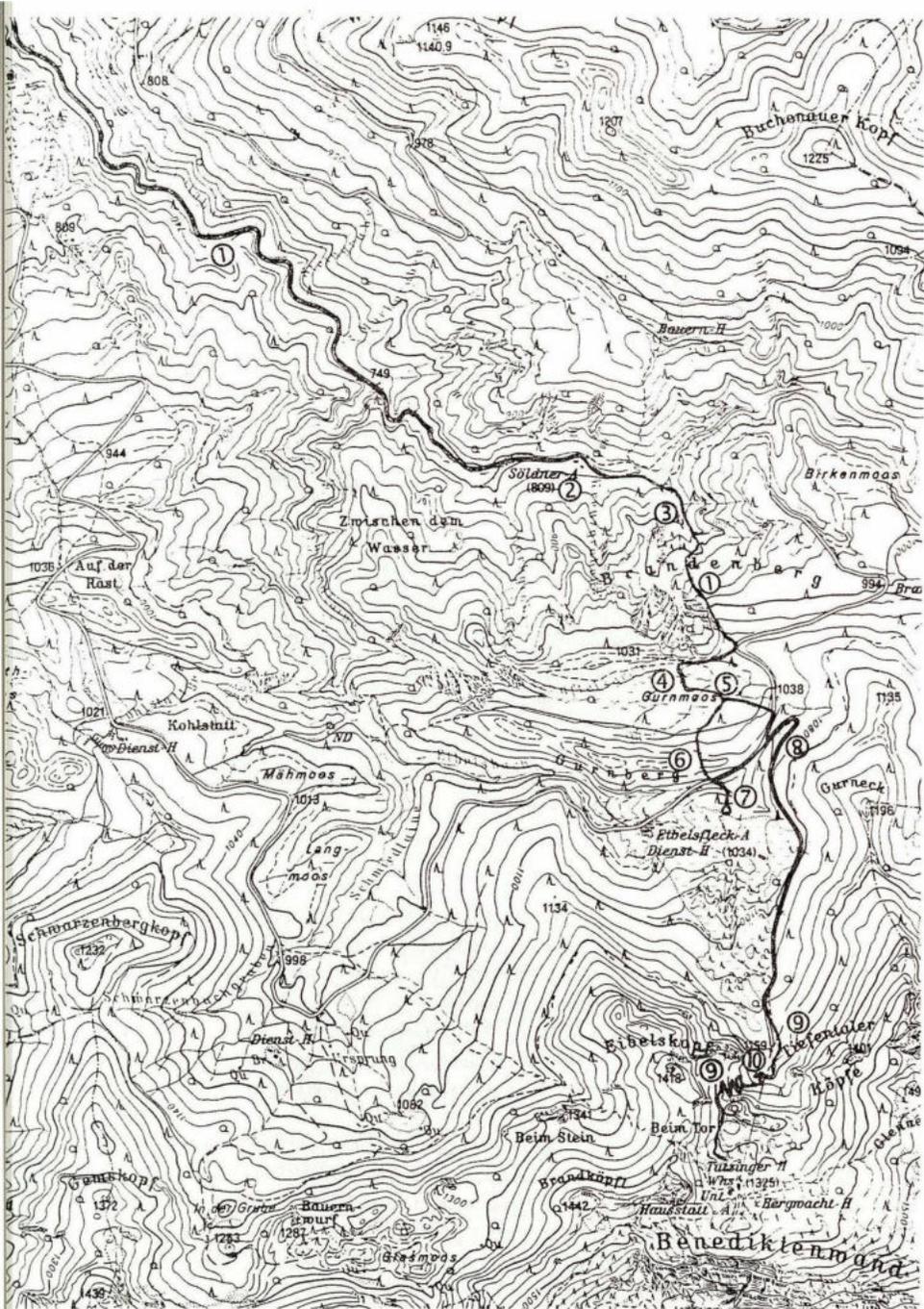


Abb. 2: Exkursionsroute

REHDER (1965) nimmt als Grenze der subalpinen Stufe die 4 °C-Jahresisotherme an. Dem thermischen Höhengradienten (s. o.) zufolge läge diese an der Benediktenwand-Nordseite etwas oberhalb 1.400 m, so daß bei unserer Exkursion nicht mit klimatisch bedingten subalpinen Fichtenwäldern zu rechnen ist. Tatsächlich befinden sich auch oberhalb der Tutzing Hütte noch stattliche Buchenvorkommen. Aus zwei Gründen ist eine Rekonstruktion der Klimawälder der Subalpinstufe hier besonders erschwert: Einerseits reicht die orographische Waldgrenze, bedingt durch die Schuttfuhr von der schroffen Benediktenwand-Nordwand über weite Strecken bis in die Subalpinstufe hinein, andererseits sind die stabileren Geländeausschnitte stark almwirtschaftlich geprägt (Untere und Obere Hausstatt-Alm bei der Tutzing Hütte).

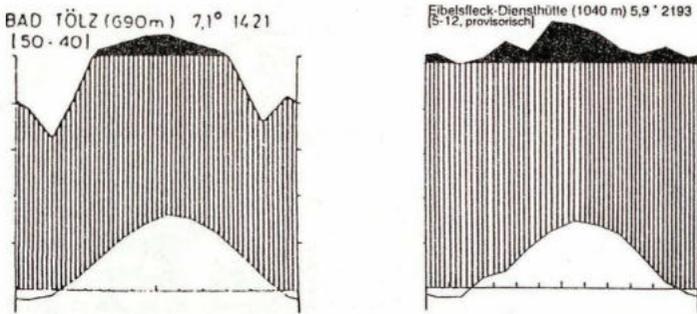


Abb. 3: Ökologische Klimadiagramme Bad Tölz und Eibelsfleckalm (provisorisch, ohne Angaben zur Frosthäufigkeit).

2.3 Geologie und Geomorphologie

Das Exkursionsgebiet liegt am nördlichen Rand der Kalkvoralpen gegen die Flyschzone hin. Der geologischen Gliederung entspricht weitgehend die geomorphologische. Die Geländeformen und Standorttypen sind im wesentlichen geprägt von einer geologischen Dreigliederung, wie sie aus der Karte der Abb. 3 zu entnehmen ist:

- (1) Im oberen Teil herrschen verkarstungsfähige Karbonatgesteine (Trias) der Lechtaldecke [alpiner Muschelkalk (Anis), Partnachschiefer, Wettersteinkalk (Ladin)] mit schroffen Oberflächenformen: Felsköpfe, typische Karsterscheinungen wie Dolinen, Höhlen und Karen und selten oberirdische Gewässer.
- (2) Im mittleren Bereich herrschen nicht verkarstungsfähige Sedimente der Allgäudecke [Mergel und Kalkbänke (Lias und Dogger), roter kieselsäurereicher Radiolarit (Malm), Kössener Schichten (Rät)], die sanfte Hangformen bilden. Weite Teile mit anstehenden Gesteinen der Lechtal- und Allgäudecke blieben im Würmglazial unvergletschert und lagen im Periglazialbereich. Postglazial unterlagen sie weiterer Verwitterung und Umlagerung, so daß heute ein beträchtlicher Flächenanteil von Hangschutt eingenommen wird.

(3) Der untere Bereich wird durch pleistozän Moränen und andere Eisrandsedimente geprägt. Die Almfläche des Eibelsfleck befindet sich auf einer Lokalmoräne des Benediktenwandgletschers und enthält dementsprechend überwiegend Geschiebe kalkalpinen Ursprungs. Der sanfte Rücken des Gurnberges stellt dagegen eine von Norden her aufgeschobene Fernmoräne dar. Ihre Geschiebe sind ausgesprochen reich an kristallinen Gesteinen zentralalpiner Herkunft.

Am Rand des wärmzeitlichen Ferneises, das das Gebiet vom Kochelseebecken her erreichte, kam es kleinräumig zur Ausbildung von Verebnungen, die durch lokale Sedimentation mit Seeton abgedichtet wurden und postglazial vermoort. Ein so entstandenes kleines Hochmoor stellt das Gurnmoos im Norden des Exkursionsgebietes dar. In entsprechender Lage finden sich in der Umgebung weitere Moore (Langmoos, Mähmoos, Birkenmoos) auf etwa gleichem Höhengniveau. Im Zuge der nacheiszeitlichen Ausräumung des Sedimentkörpers im Lainbachtal erreichte die rückschreitende Erosion des Schaftelsgrabens von Westen her das Gurnmoos, was zur Zerschneidung und teilweisen Entwässerung des Torfkörpers führte.

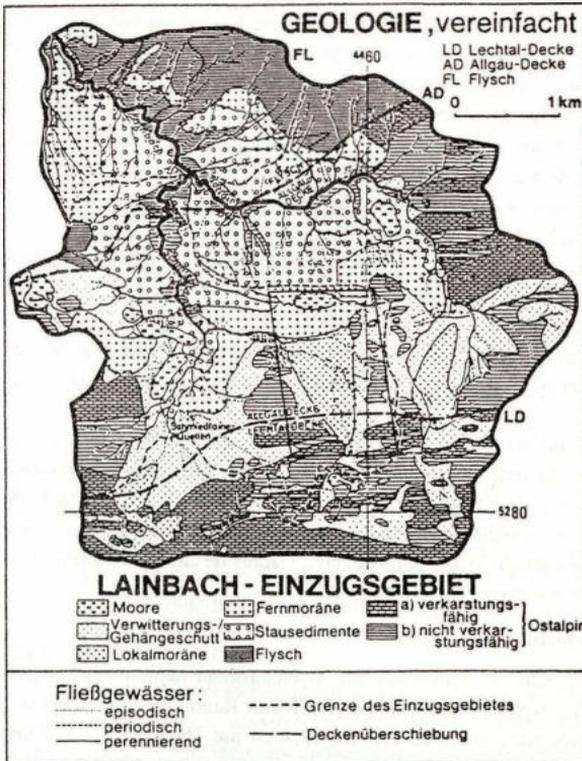


Abb. 4: Vereinfachte Geologie des Lainbachgebietes; das Exkursionsgebiet ist durch ein Trapez gekennzeichnet. Aus Wagner (1987).

Den zentralen Teil des Lainbachtals überdecken mächtige Ablagerungen pleistozäner Lockersedimente die im Untergrund anstehenden Gesteine des Flysch. Während des Pleistozäns stieß das Ferneis in den Haupttälern vor und schuf im Lainbachtal Sedimentfallen, die mit gletscherrandnahen Moränensedimenten des Ferneises gefüllt wurden. Im Spätglazial und Frühholozän kam es zu einer Ausräumung, wobei viele Gerinne nicht ihre alten Talläufe fanden und es zu einer Anhebung der lokalen Erosionsbasis kam. Aufgrund der mehrfachen Druckbelastung durch auflagerndes Gletschereis sowie der hohen Schluffgehalte sind die pleistozänen Lockersedimente überaus stark verdichtet und praktisch wasserundurchlässig.

2.4 Böden

Die Verbreitung der Bodentypen ergibt sich im wesentlichen aus der geologisch-geomorphologischen Gliederung. Nach MAYER & ZUKRIGL (1973) stellen verkarstungsfähige Hartkalkte sog. "laubbaumfördernde", Moor und basenarme Fernmoränen "nadelbaumfördernde" geologische Unterlagen dar. Mergel und feinmaterialreiche Lockersedimente gehören zu den "intermediären" Substraten.

Im verkarsteten oberen Bereich herrschen verbrauchte Rendzinen vor. In Zuschußlagen kommt auch Terra fusca vor. Auf Schutt sind Syrosemrendzinen, auf anstehendem Festgestein und konsolidierten Blöcken Tangelrendzinen entwickelt. Auf Allgäuschichten kommen sehr tiefgründige lehmig-tonige Braunerden mit Pseudovergleyung und Pseudogleye vor. Nach Untersuchungen von CAESAR (1981) trägt die Lokalmoräne verbrauchte Rendzinen, während auf Fernmoräne tiefgründige, gut drainierte Braunerden mit leichter Podsolierung vorherrschen. An quelligen Hängen, wie östlich des Gurnberges, sind Hanggleye ausgebildet, die bei zunehmender Verflachung zum Gurnmoos hin in Anmoorgleye übergehen.

Durch den Schutz vor fluvialen Abtrag, Humusakkumulation und Gefügelockerung leistet die Pflanzendecke einen entscheidenden Beitrag zur Bodenentwicklung auf pleistozänen Lockersedimenten. Entsprechend dem Ausgangssubstrats finden sich Böden der Lockersyrosem-Pararendzina-Parabraunerde-Serie. Im Bereich abflußträger, schwach geneigter Verebnungen und wasserzügiger oder häufig überrieselter Hangmulden finden sich kleinflächig Hangkalknaßgleye.

Abschließend sei auf den Mosaikcharakter der Böden und Standorte im Gebirge hingewiesen: Wechselnde Skelettanteile, in Moränen gar wechselnde Geschiebekomponenten, Mikrorelief und vegetationsbedingte Kleinstandorte wie Wurzelanläufe, Stubben und Totholzstämme bedingen einen kleinräumigen Wechsel wichtiger Standortparameter wie Entwicklungstiefe, Humusform, Basengehalt, Wasserangebot etc.. Daraus resultieren strukturell komplexe Pflanzengesellschaften von hohem Artenreichtum.

2.4.1 Frühgeschichte

Von etwa 4000 v. Chr. an wanderten am Alpennordrand neolithische Menschen ein. Ihnen folgten 500 v. Chr. Kelten und errichteten im Tölzer Raum Viereckschanzen. Seit 16 v. Chr. gehörte das Gebiet zur römischen Provinz Rhätien mit Hauptstadt Augsburg (PIRCHEGGER 1938). Die romanischen Rhäter kannten bereits die Alpwirtschaft (romanischer Ursprung der Wörter "Kaser" und "Senne"). Dennoch sind die höheren Gebirgsteile zu dieser Zeit vermutlich noch nicht allzu stark beeinflusst worden (FELDNER 1978). Erst im 4. Jahrhundert nach

Chr. setzte mit der Völkerwanderung die intensive Nutzung des Gebirges ein, als germanische Bajuwaren den nordöstlichen Alpenraum besiedelten. In ihrem Wirtschaftssystem nahm die Viehzucht die zentrale Stellung ein, so daß sie bevorzugt die Naturräume der Alpen besiedeln konnten, die von den ackerbauenden romanischen Siedlern bislang gemieden worden waren. Im Gebiet dürfte damit die Nutzung der Mattenstufe als Sommerweide und der Bergwälder als Holzlieferant und Waldweide begonnen haben. Die von den Talsiedlungen aus relativ leicht zugänglichen Verebnungen im Bereich der Moränen des Lainbachgebiets dürften somit schon früh einer unregelmäßigen Waldnutzung unterlegen sein. Die Ortsbezeichnung "Kohlstatt" könnte auf Köhlereien in diesem Bereich hindeuten.

2.4.2 Klosterzeit

Im Jahre 739 wurde das Kloster Benediktbeuern gegründet, das durch das Mittelalter bis zur Säkularisation im Jahre 1803 als Eigentümer die Nutzung im Gebiet regelte. So wurde die Eibelsfleck-Alm von Mönchen bewirtschaftet, und die Wälder unterstanden als sog. "Reservatswald" einem geistlichen Waldherren (Hochwaldnutzung mit Naturverjüngung). Schriftliche Quellen (Holzordnungen) belegen, daß die Äbte für die Wiederbewaldung sorgten. Neben der Holznutzung gewährte das Kloster Waldweiderechte.

2.4.3 Staatswald

Mit der Säkularisation im Jahre 1803 gingen die Klosterwaldungen an die staatliche Forstverwaltung über und wurden dem Forstamt Benediktbeuern (später Forstamt Bad Tölz) unterstellt. Bäuerlicher Kleinbesitz (Riemenparzellen) sind einige Bestände im Lainbachtal, die je nach Bedarf des Eigentümers einzelstammweise oder kleinkahlschlagartig genutzt werden. In den Jahren 1840 bis 1860 wurden die heutigen Buchen- und Tannen-reichen Altbestände begründet. Im ersten Operat von 1853 werden als Wirtschaftsziel Mischbestände mit Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn, auf geeigneten Standorten (wohl "Schluchtwälder") auch Eschen und Ulmen genannt. Die Bringung erfolgte durch Flößerei, so daß der Wert der Wälder nach ihrer Entfernung zu triftbaren Gewässern bemessen wurde. Am Eibelsbach wurde eine "Wasserriese" (Gleitbahn) betrieben, um Stammholz zur westlich gelegenen Schmiedlaine zu schaffen. So wurde in den gut erschlossenen unteren Bereichen des Exkursionsgebietes schlagweise Hochwaldnutzung mit Vorbereitungshieb und Überhältern (Dunkelschlagverfahren) betrieben, während die oberen Hanglagen zur Benediktenwand hin im Plenterbetrieb genutzt wurden. Um 1900 wurde das "bayerische Femelschlagverfahren" mit saumweise fortschreitenden Hieben eingeführt, und man ging zur Bringung durch Winterzug über. Heute ist der gesamte untere Teil des Gebietes durch Forststraßen hervorragend erschlossen, aus Steilhängen erfolgt die Bringung mit Seilanlagen.

2.4.4 Heutige Bestandesstrukturen

Die bis vor kurzem übliche Saumfemelschlagnutzung erzeugt streifenförmige kahlschlagartige Flächen, auf denen sich - nach selektiver Naturverjüngung (selten auch Saat und Pflanzung) - ziemlich gleichaltrige Fichtenreinbestände mit geringem Mischbaumartenanteil (z. B. nicht geschlagene Überhälter) entwickeln. Solche Bestandesstrukturen bestimmen das Waldbild im gesamten unteren Teil, während nur in den Steilhängen unterhalb der Tutzinger Hütte größere laubholzreiche Altbestände erhalten sind. Für die schonendere Nutzung der

höheren Lagen dürften ihre Schutzfunktion und die schlechte Zugänglichkeit ausschlaggebend gewesen sein. Im unteren Teil findet man dagegen naturnahe, z.T. plenterartige Bauernwälder. Heute stellt die Wiederherstellung und Förderung tannen- und buchenreicher Mischbestockungen durch kleinflächige Femel- und Schirmverjüngung das erklärte Ziel im Staatswald dar.

2.4.5 Einfluß von Wild und Weidevieh

Almnutzung und Waldweide haben im Gebiet eine lange Tradition. So muß wohl davon ausgegangen werden, daß - von felsigen Steilhängen und Schutthalden abgesehen - praktisch alle Bestände einmal einem mehr oder weniger großen Weidedruck ausgesetzt waren. Bis in die 1930er Jahre wurde im Distrikt Eibelsbach Waldweide bewilligt. Dabei dürften einerseits die flacheren Bereiche des Gurnberges und Gurnmooses, andererseits die Hänge um die Tutzinger Hütte (untere und obere Hausstatt-Alm) stärker betroffen gewesen sein. Im Zuge einer Erweiterung der Eibelsfleck-Alm wurde die Waldweide abgelöst. Heute sind die Almen durch Zäune gegen die Waldbestände abgegrenzt.

Im Jahre 1928 wurden erstmals erhöhte Wildschäden und Buchenverbiß beklagt, während bis dahin Verbißschäden bei mäßigen Rot- und Gamswildbeständen dem Weidevieh angelastet wurden; auch wurde auf ausbleibende Naturverjüngung, Verunkrautung auf Kahlflächen und fehlende Stufung in Schutz- und Plenterwäldern hingewiesen. Die Schalenwildbestände haben im oberbayerischen Hochgebirge mit steigendem Stellenwert der Jagd seit Mitte des letzten Jahrhunderts beständig zugenommen. Rotwild, Waldgemsen und Rehwild richten auch im Exkursionsgebiet erhebliche Schäden, insbesondere an der Tannenverjüngung an.

2.5 Kritische Sippen

Hieracium sylvaticum und *bifidum*: Die beiden Sippen sind i. a. an Drüsigkeit und Haartypen des Blütenstandes sowie an der Blattbehaarung gut zu unterscheiden. Ökologisch zeigen sie eine deutliche Differenzierung, wenn auch Berührungen der Habitate vorkommen. Dr. F. SCHUHWERK, München, bestimmte unter den Belegexemplaren aus dem Asplenio-Piceetum am Eibelskopf *Hieracium rohacsense* Kit. ssp. *caesifloriforme* Käser et Zahn.

Lamiastrum galeobdolon agg. - Im Gebiet kommen die ssp. *montanum* (n=18) und *flavidum* (n=36) vor. *L. flavidum* unterscheidet sich durch das Fehlen von Ausläufern, schärfer gespitzte und gesägte Blätter und kleinere Blüten von *L. montanum*. Ausläufer- und Blütenmerkmal sind erst im fortgeschrittenen Sommer festzustellen, während der Blattschnitt nicht bei allen Individuen eine sichere Ansprache erlaubt.

Mnium spinosum: Dieses Laubmoos ist in allen Waldgesellschaften mit offenem Kalkskelett häufig und besiedelt bevorzugt Kalkblöcke mit einer schwach bis mäßig entwickelten Humusauflage. Das in der Flora von FRAHM & FREY (1987) angegebene Bestimmungsmerkmal "Rippe am Rücken gesägt" konnte nur selten festgestellt werden (vgl. den Schlüssel bei MÖNKEMEIER 1927). Die Zugehörigkeit der Aufsammlungen zu *M. spinosum* konnte durch Herbarvergleich in der Botanischen Staatssammlung München bestätigt werden. *M. marginatum* mit stets glatter Rippe ist viel zarter und nicht rosettig beblättert.

Pinus mugo und *rotundata*: Einzelne Vorkommen der aufrechten Spirkenform im Langmoos werden erwähnt. Auf den Reißen des Lainbachtals kommt *Pinus rotundata* auf Pararendzi-

nen vor (HÖLZEL 1990). Der Frage, inwieweit auch die Moorkiefern mit bogig aufsteigender Wuchsform, die in den Mooren vorherrschen, *Pinus rotundata* nahestehen könnten, wurde durch Prüfen der Zapfenmorphologie nachgegangen. Die Zugehörigkeit zu *Pinus mugo mugo* wurde bei den aufsteigenden Exemplaren stets durch symmetrische Zapfenbasen bestätigt. Das Vorkommen intermediärer Individuen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Smolinia caerulea agg.: In den Kalkalpen kommen auf nicht nässebeeinflussten Karbonatböden sowohl *Molinia caerulea* s. str. als auch *M. arundinacea* var. *myosuroides* mit hoher standortsabhängiger Variabilität der Blattspreite vor. Nur gut entwickelte Ährchen erlauben eine sichere Bestimmung.

3 Pflanzengesellschaften

3.1 Caricetum davallianae - Davallseggensumpf (Abb. 1 ②)

In abflußlosen Hangmulden und Verebnungen kommt statt *Calamagrostis varia* *Carex davalliana* zur Dominanz. Auffällig ist die auf Solifluktionseignisse zurückzuführende Ausbildung von Rasenwülsten, die den Beständen häufig einen treppig gestuften Charakter verleihen. An Gehölzen sind lediglich die Weiden *Salix nigicans* und *Salix appendiculata* zu finden.

Neben der Assoziations-Charakterart *Carex davalliana* selbst sind die Bestände durch Arten wie *Drepanocladus revolvens*, *Carex hostiana*, *Carex panicea*, *Juncus inflexus*, *Juncus alpino-articulatus*, *Epipactis palustris*, *Scorzonera humilis* und *Pinguicula vulgaris* gut von den Buntreitgrashalden zu differenzieren.

Das Caricetum davallianae ist streng an morphologische und hydrologische Sonderstandorte gebunden. In der Regel handelt es sich um Kalkhangnaßgleye, bei denen eine starke, langandauernde Vernässung mit einer allgemeinen Nährstoffarmut einhergeht.

3.2 Stadien einer Primärsukzession auf pleistozänen Lockersedimenten

Die Primärsukzession verläuft auf diesem Substrat von einer Hufplattichflur über eine Buntreitgrashalde zum Schneeheide-Kiefernwald und letztlich zum Buchenwald, wobei die ersten drei Stadien anschließend kurz dargestellt werden. Entscheidend für eine Weiterentwicklung der lückigen Hufplattichflur ist die morphologische Stabilisierung des Substrates, wozu die Vegetation entscheidenden Beitrag leistet, indem sie den Boden vor fluvialem Abtrag schützt und Bodenentwicklung erst ermöglicht. Zunehmender Bestandesschluß der Krautschicht verringert die Neigung der Böden zu scharfer Austrocknung und Verhärtung. Die flächige Ausbreitung der Gräser und Seggen läuft parallel zu einer Bodenentwicklung zu flachgründigen Pararendzinen mit Verbesserung des Nährstoff- und Wasserhaushaltes. Das Aufkommen der Gehölze ist von einer Reihe schwer kalkulierbarer, zufallsbedingter Faktoren abhängig, da einerseits eine gewisse Bodenreife für die Etablierung notwendig ist, die aber andererseits dichten verjüngungshemmenden Hochgraswuchs begünstigt. Desweiteren sind die Nähe samenwerfende Altbäume, schneedynamische Prozesse, Witterungseinflüsse und Wildverbiss für das Auftreten der Gehölze entscheidend.

3.2.1 Anthyllido-Leontodontetum hyoseroides - Huflattichflur ③

Die Huflattichflur besiedelt als offene Pioniergesellschaft die nackten Erosionsflächen im Bereich der pleistozänen Talverfüllung, wobei der Huflattich aspektbestimmend auftritt. Die Gesellschaft findet sich sowohl in Erosionslagen auf steilen Böschungen mit bis zu 44° Neigung als auch in schwachgeneigten Akkumulationsbereichen auf jüngeren Mur- oder Rutschkörpern.

Als lokale Kenn- und Differenzialarten sind *Leontodon hispidus* ssp. *hyseroides*, *Tussilago farfara*, *Trichostomum brachydontium*, *Saxifraga aizoides* und *Hieracium staticifolium* zu nennen. Im bayerischen Alpenraum stammt die Mehrzahl der bisher vorliegenden Aufnahmen von Erosionsstandorten im Flysch.

Als Böden treten durchweg Lockersyroseme auf. Gemeinsam ist allen Substrattypen ein hoher Feinerdegehalt sowie ein ausgesprochen wechselfeuchter bis wechselrockener Wasserhaushalt. In den steilen Erosionslagen verlangsamen die sehr dichten und kaum durchwurzelbaren kohärenten Lockersedimente die Gesellschaftsentwicklung, während an den Akkumulationslagen der durch Umlagerung aufgelockerte, zur Vernässung neigende Schuttkörper dem Huflattich optimale Lebensbedingungen bietet. Waldpflanzen, die aus vegetativen Teilen in abstürzenden Bodenschollen austreiben, werden häufig chlorotisch und verschwinden nach kurzer Zeit.

3.2.2 Laserpitio-Calamagrostietum, Erica-Vikariante - Buntreitgrashalde ③

Das Erscheinungsbild wird durch die den großen Reichtum an Gräsern (dominant oft *Calamagrostis varia*) und Seggen bestimmt. Aspektbestimmend ist auch *Erica herbacea*, die z.T. bis zu 50 % der Aufnahmeffläche einnimmt. Die Pflanzengesellschaft findet sich in allen Relief-situationen und Expositionen.

Zum einen zeigen kleinwüchsige, lichtliebende Arten wie *Euphrasia picta*, *Linum catharticum*, *Polygala amarella* u. a. einen Verbreitungsschwerpunkt in der Buntreitgrasflur. Eine zweite Artengruppe setzt sich aus Kennarten der Kleinseggenrieder wie *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris*, *Campyllum stellatum* und *Dactylorhiza majalis* ssp. *alpestris* zusammen. Der Deckungsgrad der Krautschicht kann bis 80% betragen, wodurch die lichthungrigen und konkurrenzschwachen Charakterarten der Huflattichflur fehlen.

Dem Reifegrad der Buntreitgrasflur entsprechend kommt diese Vegetationseinheit auf Lockersyrosem und flachgründigen bis typischen Pararendzinen vor. Gehölzpflanzen leiden allgemein unter der Ungunst des Standorts, Wildverbiß sowie unter starkem Konkurrenzdruck durch Gräser und Seggen.

3.2.3 Cephalanthera longifolia-Pinus mugo-Gesellschaft - Pfeifengras-Kiefernwald ③

Hochwüchsige Rasen, die locker von einzelnen Bäumen und Gebüschgruppen überstellt sind, bedecken ältere fossile Erosionsanrisse. In der Baumschicht dominieren vital *Pinus rotundata* und häufig chlorotisch oder wipfeldürre *Picea abies*. In der sehr üppigen Krautschicht fallen die hochwüchsigen Gräser *Calamagrostis varia* und *Molinia arundinacea* auf, denen regelmäßig *Carex montana*, *Carex flacca* und *Sesleria varia* beigemischt sind.

Zu den das äußere Erscheinungsbild der Krautschicht bestimmenden Gräsern und Seggen treten Charakterarten der Schneeheide-Kiefernwälder, der Halbtrockenrasen und der warmtrok-

kenen Buchenwaldgesellschaften auf. Die Bestände lassen sich zwanglos in eine Ausbildung mit „Rasencharakter“ und einer mit „Waldcharakter“ gliedern.

Als Böden finden sich unter den Pfeifengras-Kiefernwäldern des Untersuchungsgebietes durchweg typische Pararendzinen. Der ungünstige Luft- und Wasserhaushalt sowie die Nährstoffarmut der unreifen Böden auf Mergelsubstrat bieten den lichtbedürftigen Kiefern eine ökologische Nische, in der sie mit den anderen Baumarten der montanen Stufe konkurrieren können. Anthropogene Einflüsse wie dem Hufflattich Mahd, Brand oder Kiefernplantation vermögen eine Weiterentwicklung zu Laubwaldgesellschaften zu unterbinden.

3.3 Wälder des Hochmoors

Das Gurnmoos stellt den Rest eines kleinen Hochmoors über eiszeitlich gebildeten Seetonablagerungen zwischen zwei Fernmoränenwällen dar. Dabei bauten nach Verlandung des Sees Torfmoose (*Sphagnum spp.*) einen überwiegend vom mineralreichen Grundwasser abgehobenen, ombrotrophen (Regenwasser-gespeisten) Torfkörper auf. Rückschreitende Erosion erreichte das Gurnmoos und führte zur Zerschneidung und Entwässerung des Torfkörpers.

Das Gurnmoos stellt also ein Restmoor dar, in dem sich eigentliche Hochmoorvegetation (Pino-Sphagnetum) nur auf einem unzerschnittenen Torfrest hält, während große Teile des zerfallenden Torflagers vom Mostrand-Fichtenwald (Bazzanio-Piceetum) eingenommen werden, in den bereits m. o. w. stark ausgesprochene Mineralbodenpflanzen eingedrungen sind.

Im östlichen Teil stockt der Fichtenwald bereits auf Niedermoor und geht zum quelligen Hang hin in einen Winkelseggen-Erlen-Fichtenwald (*Carex remota-Alnus incana*-Gesellschaft) über.

3.3.1 Bazzanio-Piceetum Br.-Bl. 35 - Peitschenmoos-Fichtenwald ④

Der Geschichte des Moores entsprechend ist das Gelände durch Rinnen und kleine Bachtälchen stark zergliedert, wobei der Peitschenmoos-Fichtenwald sowohl Restplateaus als auch torfige Erosionskanten besiedelt. Die Fichte bildet eintönige, 10 bis max. 25 m hohe, meist wenig gestufte Bestände und ist auf den feuchten Anmoorböden sehr anfällig gegen Windwurf. Die artenarme Krautschicht ist geprägt von geringwüchsiger Heidelbeere, unter der eine Mooschicht aus Torfmoosen und Fichtenwaldmoosen hohe Deckung erreicht.

Picea abies, *Vaccinium myrtillus*, *Plagiothecium undulatum*, *Bazzania trilobata*, *Rhytidiadelphus loreus*, *Lycopodium annotinum* und *Listera cordata* als stete Fichtenwaldarten weisen die Gesellschaft als dem Verband *Vaccinio-Piceion* zugehörig aus. Die Beteiligung der *Oxyccocco-Sphagnetea*-Arten, die aus dem Hochmoor übergreifen (*Sphagnum magellanicum*, *Aulacomnium palustre*, *Eriophorum vaginatum*), nimmt vom Zentrum zum Mostrand hin ab. Die Häufigkeit von *Vaccinium uliginosum* und *Andromeda polifolia* ist negativ korreliert mit der von Mineralbodenzeigern wie *Thuidium tamariscinum*, *Maianthemum bifolium*, *Solidago virgaurea*, *Oxalis acetosella* und *Lysimachia nemorum*.

Die Schutzwürdigkeit des Bazzanio-Piceetum ist weniger aus dem Vorkommen seltener Arten (*Listera cordata* RL 3) abzuleiten; vielmehr gehört die Gesellschaft als Bestandteil der typischen Hochmoorzonierung einem Vegetationskomplex an, von dem nur wenige intakte Beispiele erhalten sind.

3.4 Wälder feuchter bis nasser, nährstoffreicher Standorte

Neben den Wäldern auf stark sauren Hochmoorstandorten kommen im Gebiet Waldgesellschaften auf stärker grundwasserbeeinflussten, nährstoffreichen Böden vor. Ihre Verbreitung beschränkt sich auf quellwasserbeeinflusste Moorrandbereiche, quellige Hänge und Verebnungen auf Kössener Schichten, Hangschutt und Moränen. Im engeren Exkursionsgebiet sind die Randbereiche des Gurnmooses und der feuchte Hang östlich des Gurnberges zu nennen, die ineinander übergehen.

3.4.1 *Carex remota*-*Alnus incana*-Gesellschaft Feldner 78 corr. Seib. 87 - montaner Winkelseggen-Erlen-Fichtenwald ⑤

Die Baumschicht der Bestände (8-20m Höhe) ist nur sehr lückig ausgebildet. Die Bäume stehen auf kleinen, stark bemoosten (v. a. Torfmoose) Erhebungen, auf denen schwächliche Heidelbeersträucher wachsen. Dazwischen breitet sich eine üppige Staudenflur aus.

Die wechselnde Baumartenmischung der Bestände aus *Alnus incana*, *A. glutinosa* und *Picea abies* spiegelt einen Gradienten aus Trophie und Stärke der Vernässung wieder: Fichten-Weißerlenbestand (*Alnus incana*-Ausbildung) auf nährstoffreichstem, stark durchsickerten Anmoor, Fichten-(Moorbirken-) Schwarzerlenbestand auf Niedermoor und lichter Krüppelfichtenbestand im Übergang zu den Torfpaketen des Hochmoorkörpers. Im Unterwuchs dominieren *Calthion*- und *Magnocaricion*-Arten wie *Chaerophyllum hirsutum*, *Crepis paludosa*, *Caltha palustris*, *Carex paniculata* und *Scirpus sylvaticus*. Letztere differenzieren zusammen mit *Valeriana dioica*, *Potentilla erecta*, *Galium palustre* und Moosen des Niedermoores wie *Climacium dendroides*, *Campylium stellatum*, *Fissidens adianthoides* und *Chiloscyphus pallescens* gegen das an weniger nasse Standorte gebundene *Galio-Abietetum equisetetosum*. Bruchwaldarten i. e. S. wie *Sphagnum squarrosum*, *Carex elongata*, *Calamagrostis canescens* und *Salix aurita* sind seltener. Die Gesellschaft ist dem *Carici remotae-Alnetum incanae* Feldner 78 zuzuordnen. Stete Charakterarten dieser (hoch-)montanen Alno-Ulmion-Gesellschaft sind die Moose *Cratoneuron decipiens*, *Rhytidiadelphus subpinnatus* und *Rhizomnium magnifolia*. Mit hoher Stetigkeit am Gesellschaftsaufbau beteiligt sind aber auch Klassen- und Ordnungs-Charakterarten der *Querco-Fagetea* und *Fagetalia* und die Verbands-Kennarten des Alno-Ulmion. Schließlich sind als wichtiges Element die *Vaccinio-Piceetea*-Arten *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Rhytidiadelphus loreus* und *Bazzania trilobata* zu nennen.

Die Mineralstoffversorgung ist reichlich, die Bestände sind aber, zeitweilig stark und bis in den Oberboden, vernäßt. Bei den Böden handelt es sich um mächtigen Anmoorgley bis Niedermoor. Mesophile und azidophile Waldpflanzen bleiben in der dichten Sumpf-Staudenflur auf die ausladenden Moospolster um die Stammfüße der Bäume beschränkt (Kleinstandörtliches Vegetationsmosaik).

Von besonderer Bedeutung ist das von den Hängen beständig nachziehende, relativ nährstoffreiche Grund- und Oberflächenwasser.

3.4.2 *Galio rotundifolii-Abietetum* Wrab. 1959 *equisetetosum sylvatici* - Schachtelhalm-Tannenwald ⑧

Die oft nur lückig geschlossene erste Baumschicht (ca. 25-70 % Deckung) wird beherrscht von stattlichen Tannen, denen regelmäßig Fichten beigemischt sind. In einer unterständigen zweiten Baumschicht sind einzelne Buchen und unterdrückte Tannen vertreten.

Die Krautschicht entspricht einem Mosaik recht gegensätzlicher Kleinstandorte: Im Schatten der Altbäume finden sich auf trockenerem Moder Herden von Heidelbeere und Waldhainsimse. Die stärker belichteten Bereiche sind vernäßt und tragen eine üppige Hahnenfuß-Kälberkropf-Staudenflur.

Gegen eigentliche Nadelwälder des Verbandes *Vaccinio-Piceion* hebt sich das *Galio-Abietetum* durch Charakterarten aus *Fagion*, *Fagetalia* und *Quercu-Fagetea* ab: *Galium odoratum*, *Viola reichenbachiana*, *Hordelymus europaeus* und *Lamiastrum montanum*. Unter den Nadelbäumen bilden sich auf den infolge der Vernässung kühlen Böden Decken von Moder und Rohhumus, so daß neben *Vaccinium myrtillus* und *Homogyne alpina* gute *Vaccinio-Piceetea*-Arten wie *Rhytidiadelphus loreus* und *Plagiothecium undulatum* hochstet sind. Diese Kombination von sowohl Buchenwald- als auch Fichtenwald-Charakterarten begründet die Zugehörigkeit zum Unterverband *Galio-Abietenion* innerhalb des *Fagion*.

Die Böden sind bei guter Nährstoffversorgung ausgesprochen grundfeucht. Die Bestände der typischen Ausbildung stocken auf tonigem Hangley. Für die Hangvernässung dürften die wasserstauenden Mergel der Kössener Schichten verantwortlich sein, die im gesamten Exkursionsgebiet nur hier zutage treten. Die Ausgangsgesteine sind primär kalk- und basenreich und liefern tonige Verwitterungsprodukte. Infolge der geneigten Lage sind sowohl die Durchlüftung als auch die Nachlieferung von Nährstoffen durch ziehendes Hangwasser begünstigt.

Das Mosaik aus Kleinstandorten ist für die Verjüngung der Baumarten entscheidend. Die Entwässerung durch Baumtranspiration und der Bestandesabfall wirken zusammen bei der Bildung trockener und stärker versauerter Moder- und Rohhumusdecken unter dem Altbestand. Die Schattbaumarten Tanne und Buche verjüngen sich am besten unter plenterartigen Strukturen und können diese Kleinstandorte nutzen. In der nassen und dicht wuchernden Hochstaudenflur ist Baumverjüngung kaum möglich.

3.5 Tannen-Fichtenwald auf kristallinreicher Fernmoräne:

3.5.1 *Luzulo-Abietetum* Oberd. 57 - Hainsimsen-Fichten-Tannenwald ⑥

Südlich an das Gurnmoos anschließend zieht ein Moränenrücken, der Gurnberg (bis max. 1.060 m N. N.), in west-östlicher Richtung. Es handelt sich um eine Fernmoräne, in der kristalline Geschiebe zentralalpiner Herkunft gegenüber kalkigen Komponenten überwiegen. Davon zeugen zahlreiche Gneis- und Glimmerschieferfindlinge. In den Kalkalpen stellt dieses "nadelbaumfördernde" (sensu MAYER & ZUKRIGL 1973) Ausgangsgestein einen ausgesprochenen Sonderstandort dar, auf dem es bereits in der Montanstufe zu einer Podsolierung der Böden kommen kann. Hier findet sich eine montane Nadelwaldgesellschaft bodensaurer Standorte, der Hainsimsen-Tannen-Fichtenwald (*Luzulo-Abietetum*).

Es handelt sich um wüchsige Fichtenbestände (25-30 m Höhe) mit wechselnd hohen Tannenanteilen. Die Buche ist regelmäßig im Unterstand vertreten. Die recht monotone Krautschicht wird von Heidelbeere und Waldhainsimse gebildet.

Die Fichtenwaldarten *Vaccinium myrtillus*, *Blechnum spicant*, *Plagiothecium undulatum*, *Rhytidelphus loreus* und *Lycopodium annotinum* begründen die Zugehörigkeit dieser Gesellschaft zum Verband Vaccinio-Piceion. *Thelypteris limbosperma*, *Luzula pilosa* und *Maianthemum bifolium* besitzen in der Gesellschaft ihren lokalen Schwerpunkt.

Die Standorte sind mäßig mineralstoffreich und frisch bis sehr frisch, der Oberboden jedoch ausgewaschen und sauer. Aus den karbonatarmen Silikatgesteinen der Fernmoräne haben sich tiefgründig verlehnte Braunerden entwickelt. Unter kühl-humiden Klimabedingungen werden die oberen Bodenhorizonte entbast; auf der Oberfläche bilden sich Moder und Rohhumus, der eine Podsolierung des A-Horizontes (Bleichung) einleitet.

Auf den ersten Blick vermittelt die Gesellschaft den Eindruck eines Nadelholzforstes. Floristische Analyse und Bodenprofile sprechen dafür, daß das Vorherrschen der Nadelbäume dem aktuellen Standortpotential entspricht.

3.6 Artenreiche Bergmischwälder

Buchen-, Tannen- und Fichten-reiche Mischwälder auf m. o. w. karbonatreichen Unterlagen stellen in der Montanstufe der Kalkalpen die flächenmäßig vorherrschenden Schlußwaldgesellschaften dar. Neben der Zusammensetzung der Baumschicht ist allen eine reiche Ausstattung mit Kennarten des Fagion und der Fagetalia gemeinsam. *Veronica urticifolia*, *Salvia glutinosa*, *Lonicera alpigena* und *Dentaria enneaphyllos* charakterisieren neben dem hochsteten stinkenden Hainlattich (*Aposeris foetida*) den praealpinen Bergmischwald. Bemerkenswerterweise beruht der Artenreichtum der Bergmischwälder (durchschnittlich 58 Arten pro 100 qm) zum großen Teil gerade auf Waldarten und weniger auf begleitenden Nichtwaldarten. Für den bayerischen Alpenraum ergäben sich nach OBERDORFER 1992 in dem kennartenreichen praealpinen Unterverband *Lonicero alpigenae*-Fagenion zwei Assoziationen: das östliche *Cardamino trifoliae*-Fagetum und das westlich der Iller verbreitete, bis nach Südwestdeutschland einstrahlende *Lonicero*-Fagetum. Die Kennarten zeigen allerdings trotz ähnlicher Arealform ein recht unterschiedliches ökologisches Verhalten und kommen selten gemeinsam vor, was der Grenzziehung zwischen den beiden Assoziationen in einer breiten Übergangszone sporadischer Vorkommen beider Arten eine gewisse Willkür verleiht, zumal weder strukturelle noch ökologische Unterschiede zwischen beiden Gesellschaften auszumachen sind. SEIBERT (1993) schlägt aus diesem Grunde die Beibehaltung des für die Bayerischen Kalkalpen so treffenden Namens *Aposerido*-Fagetum vor.

Die Grundzüge der ökologischen Gliederung des *Aposerido*-Fagetum ergeben sich im Exkursionsgebiet aus dem Kontrast zwischen lehmig verwitternden Gesteinen und verkarstungsfähigen Hartkalken. Auf ersteren ist die Subassoziation nach *Hordelymus europaeus* (Waldgerste) verbreitet. *Adenostyles glabra* (Kahler Alpendost) kennzeichnet die skelettreichen Kalk-Standorte, deren Waldgesellschaften je nach Wasserhaushalt in mehrere Subassoziationen gegliedert werden. Es ist für das nordseitige Lokalklima bezeichnend, daß Weißseggen-reiche Wälder (Subassoziation *caricetosum albae* mäßig frischer Standorte) vornehmlich unter 1.000 m anzutreffen sind, wo sie u. a. das Entstadium der angesprochenen Primärsuk-

zession auf pleistozänen Lockersedimenten darstellen. In den hochmontanen Lagen und unter dem Einfluß naßkühlem Klimas und mächtiger Schneedecken dominiert die Subassoziation mit *Adenostyles alliariae*.

3.6.1 Aposerido-Fagetum Oberd. 57 hordelymetosum - Hainlattich-Bergmischwald mit Waldgerste ⑦

Die Bestände sind sehr wüchsig und im typischen Fall zu etwa gleichen Teilen aus Fichte, Tanne und Buche in zwei Baumschichten aufgebaut. Sowohl allein herrschende Fichte als auch Buchen-Altersklassenbestände dürften auf Bewirtschaftung (Kahlschlag, Dunkelschlag) und Verbißbelastung zurückzuführen sein. Die Krautschicht ist artenreich. An großblättrigen Hochstauden finden sich nur *Adenostyles alliariae* und *Petasites albus* regelmäßig beige-mischt.

Die Subassoziation besitzt mit *Hordelymus europaeus*, *Galium rotundifolium*, *Brachypodium sylvaticum*, *Atrichum undulatum* u. a. eine Reihe von schwachen Differentialarten. Als Lehmzeiger können sie allerdings auch auf die verbrauchten Rendzinen über Hartkalk übergreifen. Bezeichnend ist das Fehlen von *Adenostyles glabra*, *Aposeris foetida* und *Lilium martagon* als Arten skelettreicher Böden. Lokal spiegelt das stete Vorkommen von *Adenostyles alliariae* und *Viola biflora* bereits in der mittleren Montanstufe den Niederschlagsreichtum und die nordseitige Lage wieder.

Die Böden der Waldgesellschaft sind geprägt von nicht-verkarstungsfähigen Ausgangsgesteinen (Allgäudecke, Moränen), die viel lehmiges, zunächst noch karbonatreiches Verwitterungsprodukt liefern. Offen zutage tretende Gesteinsblöcke sind nur vereinzelt anzutreffen. Die Standorte sind nährstoffreich und frisch bis sehr frisch. In Hanglage sind die tiefgründigen Böden gut drainiert und allenfalls schwach hangwechselfeucht. Kalkreicher Schutt im Untergrund puffert die Auswaschung der Lehmhorizonte ab.

Da die Standorte der Gesellschaft sowohl ertragreich als auch gut zugänglich sind, finden sich auf ihnen im Exkursionsgebiet und in der weiteren Umgebung großenteils m. o. w. gleichalt-rige Fichtenbestockungen.

3.6.2 Aposerido-Fagetum Oberd. 57 caricetosum albae - Hainlattich-Bergmischwald mit Weißsegge ①

Es handelt sich um grasreiche, lichte Waldbestände mit vielfältiger Baumartenzusammensetzung, d. h. neben Fichte, Buche, Bergahorn findet sich *Sorbus aria*, *Pinus sylvestris* und seltener *Taxus baccata*. Die Strauch- und Mooschicht ist spärlich entwickelt.

Die Bestände sind reich an Differenzialarten warmtrockener Standorte wie *Carex alba*, *Calamagrostis varia*, *Carex montana*, *Sesleria varia*, *Polygala chamaebuxus*, *Epipactis atrorubens* und *Melica nutans*. Die Buchenwaldarten finden sich verstärkt im Schattenwurf der Gehölze, wo sie gegenüber den lichtökologisch begünstigten Gräsern konkurrenzkräftiger werden.

Die Ausbildung besiedelt alle Expositionen und Reliefsituationen. Als Böden finden sich in der Regel schwach verlehmt Pararendzinen.

3.6.3 Aposerido-Fagetum Oberd. 57 adenostyletosum - Hochstaudenreicher Bergmischwald (Aceri-Fagetum - Bergahorn-Buchenwald) ⑨

In der geschlossenen Baumschicht herrschen in etwa 50 % der Bestände Buche und Bergahorn vor. Daneben kommen aber auch reichlich Fichte und etwas Tanne vor.

Die namensgebende *Aposeris foetida* differenziert das Aposerido-Fagetum adenostyletosum im Gebiet gegen die Subassoziation hordelymetosum, ebenso wie *Adenostyles alliariae* und die stärker basiphilen Fagitalia-Arten *Lilium martagon* und *Daphne mezereum*. Die Schluchtwalddalelemente *Actaea spicata* und *Polystichum lobatum* sind unstat. Das Vorkommen von *Allium ursinum* bis in hochmontane Lagen stellt neben dem Hochstaudenreichtum eine Besonderheit des Exkursionsgebietes dar. Charakteristisch sind die reich entwickelten Hochstauden wie *Adenostyles alliaria*, *Saxifraga rotundifolia*, *Aconitum vulparia*, *Cicerbita alpina*, *Streptopus amplexifolius* und *Stellaria nemorum*. An weiteren Kennarten der Betulo-Adenostyletea kommen *Poa hybrida*, *Chaerophyllum villarsii*, *Veratrum album* und *Heracleum sphondylium* ssp. *elegans* mit geringeren Stetigkeiten vor. Daneben sind *Actaea spicata* und *Polystichum lobatum* als schwache Tilio-Acerion-Arten bezeichnend für den luftfeuchten Standort. *Anthriscus nitida* und *Lunaria rediviva* greifen aus dem Ulmo-Aceretum gelegentlich über.

MÜLLER (1995) belegt, daß unter der Bezeichnung „Aceri-Fagetum“ sehr unterschiedliche Gesellschaften geführt worden sind und schlägt die Aufgabe dieser Assoziation vor. Dies ist eine Sicht, die in den Vegetationsverhältnissen am Alpennordrand ihre Bestätigung findet. Die Gesellschaft wird deshalb als hochstaudenreiche Subassoziation des Aposerido-Fagetum gefaßt.

Wie im typischen Aposerido-Fagetum herrschen verbrauchte Rendzinen vor. Luftfeuchte und Schneereichtum bewirken einen raschen Abbau des Bestandesabfalls. Unter diesen Bedingungen führt selbst Fichtenstreu nicht zu Moder- und Rohhumusbildung, die Humusform ist durchweg Mull. Von den hohen Mineralisationsraten profitieren die großblättrigen hygro-nitrophilen Hochstauden. Sie produzieren ihrerseits leicht zersetzbare Streu, was die biologische Aktivität weiter fördert.

3.7 Fichtenwaldgesellschaften auf Hartkalken

Im Klimaxbereich der zum Fagion gehörigen Buchen-Tannen-Fichten-Bergmischwälder bleiben echte Fichtenwaldgesellschaften auf Sonderstandorte und auf die subalpine Höhenstufe beschränkt. Aus dem von Fernmoräne und Vermoorung geprägten unteren Teil des Exkursionsgebietes wurden bereits montane Fichtenwälder vorgestellt. Waren diese in erster Linie an saure Ausgangssubstrate gebunden, so treffen wir nun auch im Kalkalpin auf Vaccinio-Piceion-Gesellschaften. Auch über Hartkalk bilden sich Rohhumusdecken, wenn der Streuabbau durch Trockenheit oder eine zu kurze warme Jahreszeit gehemmt wird.

3.7.1 Asplenio-Piceetum Kuoch 54 - Block-Fichtenwald ⑩

Die Bestände sind schon physiognomisch leicht als Block-Fichtenwald zu erkennen. Das Gelände besteht aus ineinander verkeilten, ein bis mehrere Meter messenden Kalkblöcken. Typischerweise sind die Blöcke außerdem von einer Strauchschicht aus Schwarzer Heckenkirsche, Alpenheckenrose und Himbeere bestanden. Die Stirnflächen der Blöcke sind von bis zu 30 cm dicken Humuspolstern bedeckt, in denen neben den genannten Gehölzen Heidelbeere und

Bärlappe wurzeln. An den Rändern und auf jüngeren Blöcken tritt offenes Kalkgestein zutage. Es wird zunächst von einer großen Zahl von Kalkmoosen überwachsen, in deren Polstern sich bald Moos-Nabelmiere und Alpenmaßlieb ansiedeln. Auf den schattigen Seitenflächen der Blöcke sitzen in Spalten Strichfarn, Blasenfarn und sehr luftfeuchtebedürftige Kryptogamen wie die grellgrüne Hundsflechte (*Peltigera leucophlebia*).

Die Einheit ist mit durchschnittlich 95 Arten die artenreichste Waldgesellschaft des Exkursionsgebiets. Als lokale Differentialarten haben sich *Cystopteris montana*, *Cirriphyllum tenuinerve*, *Campylium halleri*, *Plagiochila asplenioides* und *Mnium stellare* erwiesen. Es wurden die weniger auffälligen, luftfeuchtebedürftigen Kalkfelsesmoose als Differentialarten gewählt, da sie - anders als die bekannten Asplenieta-Arten *Asplenium viride* und *Valeriana tripteris* - kaum in andere Waldgesellschaften übergreifen.

Eine wichtige weitere Artengruppe sind die Kryptogamen des Auflagehumus wie *Dicranodontium denudatum*, *Tetraphis pellucida* und die stark deckenden Säurezeiger *Polytrichum formosum* und *Dicranum scoparium*. Auch die Hochstauden fehlen der Gesellschaft nicht.

Die in einer Höhenlage von 1.160 bis 1.270 m für den Naturwald recht ungewöhnliche Vorrherrschaft der Fichte und ihrer typischen Begleitarten ist sowohl edaphisch als auch lokalklimatisch zu erklären. Zunächst stellen Blocksturzmassen, die im Gebiet nach DOBEN (1985) spät- bis postglazialen Alters sind, ein ungünstiges Ausgangssubstrat für die Bodenbildung dar. Wie auf anstehenden massigen Hartkalken ist die Fichte der bevorzugte Pionierbaum, dazu tritt im Asplenio-Piceetum eine Hemmung des Streuabbaus durch lokalklimatische Ungunst, so daß sich ausgesprochene Tangelhumuspolster auf den Blöcken ausbilden.

4 Literatur

- CAESAR, M. - 1981 - Untersuchungen zum Bodenwassergehalt im Lainbachtal bei Benediktbeuern (Obb.). Diss. LMU München, Geograph. Inst., 199 S.
- EWALD, J. & FISCHER, A. - 1993 - Montane und hochmontane Waldgesellschaften am nördlichen Abfall der Benediktenwand (Bayerische Kalkalpen). *Hoppea* **54**: 191-300, Regensburg
- EWALD, J. - in Vorb. - Die Waldgesellschaften der Bayerischen Alpen und ihre Standortbindung.
- FELDNER, R. - 1978 - Waldgesellschaften, Wald- und Forstgeschichte und Schlußfolgerungen für die waldbauliche Planung im N. S. G. Ammergauer Berge. Diss. Univ. f. Bodenkultur, Wien, 369 S.
- FRAHM, J.P. & FREY, W. - 1987 - Moosflora, 2. Aufl. 525 S., Stuttgart.
- HÖLZEL, N. - 1990 - Vegetationsentwicklung auf Erosionsflächen einer pleistozänen Talverfüllung im Lainbachtal bei Benediktbeuern (Obb.). Diplomarbeit LMU München, Lehrreihe Geobot., 121 S.
- MAYER, H. & ZUKRIGL, K. - 1973 - Zur Bedeutung sog. nadelbaumfördernder und laubbaumfördernder geologischer Unterlagen für die Verbreitung von Waldgesellschaften in den Ostalpen. In TÜXEN, R. (Hrsg.): Vegetation und Substrat, Ber. Int. Symp. Int. Ver. Veg. kde.
- MICHELIS, H. G. - Die Stellung einiger Baum- und Straucharten in der Struktur und Dynamik der Vegetation im Bereich der hochmontanen und subalpinen Waldstufe der Bayerischen Kalkalpen. Diss. LMU München, Lehrbereich Geobotanik, 313 S.

- MÖNKEMEYER, W. - 1927 - Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Bd. 4 (Ergänzungsbd.) - Die Laubmoose Europas, Andreaeales - Bryales. 960 S., Leipzig.
- MÜLLER, T. - 1995 - Die synsystematische Stellung des *Aceri-Fagetum*. *Carolinaea* **53**: 175-184, Karlsruhe.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) - 1992 - Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV Wälder und Gebüsch, 2. Aufl. bearbeitet von TH. MÜLLER, E. OBERDORFER & P. SEIBERT, 2 Bde. 282 S. u. 580 S., Stuttgart.
- PIRCHEGGER, H. - 1938 - Die geschichtliche Entwicklung der Kulturlandschaft. In: SCHARFETTER, R.: Das Pflanzenleben der Ostalpen. 419 S., Wien.
- REHDER, H. - 1965 - Die Klimatypen der Alpenkarte im Klimadiagramm-Weltatlas (WALTER u. LIETH) und ihre Beziehungen zur Vegetation. *Flora*, Abt. B **156**: 78-93.
- SEIBERT, P. - 1993 - *Cardamine trifolia* in südbayerischen Waldgesellschaften - ein Beitrag zur Systematik alpennaher Fagion-Assoziationen. *Tuexenia* **13**: 57-65.
- SENDTNER, O. - 1854 - Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie und mit Bezugnahme auf Landeskultur.
- STORCH, M. - 1983 - Zur floristischen Struktur der Pflanzengesellschaften in der Waldstufe des Nationalparks Berchtesgaden und ihrer Abhängigkeit vom Standort und der Einwirkung des Menschen. Diss. LMU München, Lehrinheit Geobotanik, 407 S.
- WAGNER, O. - 1987 - Untersuchungen über räumlich-zeitliche Unterschiede im Abflußverhalten von Wildbächen, dargestellt an Teileinzugsgebieten des Lainbachtals bei Benediktbeuern/Oberbayern. Münchener Geographische Abhandlungen Reihe B **3**, 156 S., München.

Exkursion F:
Regenmoore in Südostbayern:
Zustand, Erhaltung, Renaturierung und Regeneration
(Wieninger Filz und Kendelmühlfilzen)

Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dipl.-Ing. J. Sliva, Dipl.-Ing. C. Siuda

Allgemeines

Das Voralpine Hügel- und Moorland ist das moorreichste Gebiet Süddeutschlands. Übergangs- und Hochmoore (Regenmoore) kommen vor allem auf den Seetonen der eiszeitlichen Gletscher (Stamm- und Zweigbecken) sowie in Toteislandschaften vor. Zahlreiche große Moore liegen um die oberbayerischen Seen (Beispiel Kendlmühlfilzen), die nach der Eiszeit viel größer waren und mit dem Einschneiden der Flüsse ihre Seespiegel senkten und ebene Flächen mit Seetonen zur Hochmoorbildung freigaben. Die Jung-Endmoränengrenze ist eine entscheidende Grenze für die Hochmoorvorkommen; im Gelände tritt sie jedoch nicht so deutlich in Erscheinung, da mit zunehmender Entfernung vom Alpenrand die Moore fast vollständig kultiviert wurden.

Der wichtigste Moortyp des Hügellandes sind die asymmetrischen Hochmoore. Im östlichen Teil des Voralpenlandes wird das Randgehänge mit Latsche (*Pinus rotundata* var. *pseudopumilio*) bestockt (im westlichen Teil ist das die Spirke - *Pinus rotundata* var. *arborea*). Während der Wachstumskomplex dieser Hochmoore in relativ niederschlagsärmeren, alpenfernen Mooren aus reinen Bultflächen besteht, kommen am Alpenrand auch Schlenken vor. Bei Verlandung von offenen Seeflächen, besonders in Toteisgebieten, werden Schwinggrasen ausgebildet.

Unter den schutzwürdigen Landschaftsbestandteilen stehen die Moore in Europa an vorderster Stelle. Sie stellen besondere Standorte mit extremen ökologischen Bedingungen, an die sich eine ganze Reihe von Tier- und Pflanzenarten angepaßt haben, dar. Das trifft in besonderem Maße auf die süddeutschen Moore zu, die durch eine große Vielfalt an Moortypen sowie seltenen und spezialisierten Arten und Lebensgemeinschaften ausgezeichnet sind.

Während noch am Anfang dieses Jahrhunderts in den Voralpen ausgedehnte Flächen von Regenmooren eingenommen wurden, sind heute davon nur noch geringe Reste erhalten, und selbst diese werden trotz Unterschutzstellung weiter verringert. Demzufolge steht auch der

heutige Naturschutz vor aktuellen Aufgaben, über den konservierenden Schutz hinaus geeignete Methoden des Managements der gestörten Hochmoorstandorte zu entwickeln. Es handelt sich dabei um Maßnahmen zur Regenwasserrückhaltung, durch welche die gestörte Wasserbilanz der entwässerten Standorte verbessert werden soll, sowie um Maßnahmen zur Wiederbesiedlung von vegetationslosen Torfflächen nach Beendigung des großflächigen Abbaus.

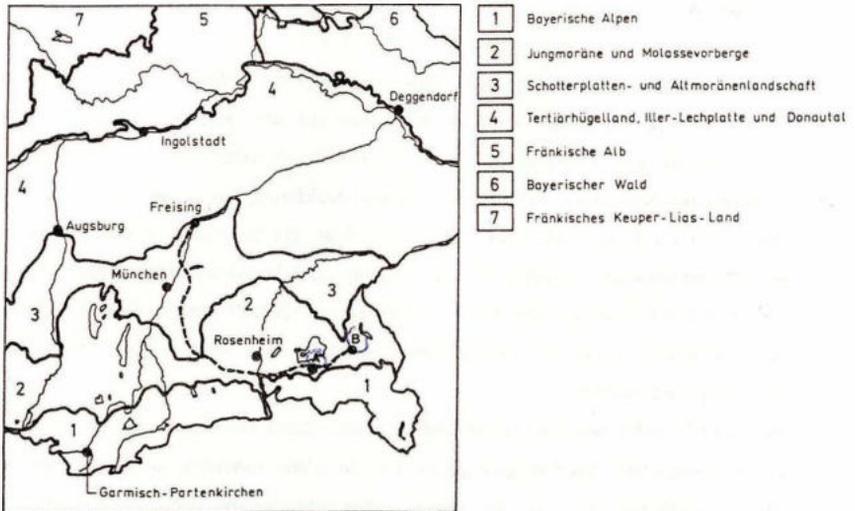


Abb.1: Route der Exkursion E „Regenmoore in Südostbayern“, A = Kendmühlfilzen, B = Wieninger Filz

Die Exkursionsteilnehmer werden die Gelegenheit haben, zwei voralpine Hochmoorstandorte (Wieninger Filz und die Kendmühlfilzen, s. Abb.1) zu besichtigen und neben der nahezu natürlichen Vegetation der nicht abgetorften Flächen die Sukzession auf sekundären (degradierten oder renaturierten) Standorten zu erkunden. Es wird dabei die Problematik der Machbarkeit und der Grenzen der Hochmoorrenaturierung (=Rückführung einer genutzten Hochmoorfläche in einen naturnäheren Zustand) und der Hochmoorregeneration (=Renaturierung bis zur Einleitung eines dauerhaften Hochmoorwachstums) diskutiert.

Wieninger Filz

(nach Poschlod 1989)

Das Wieninger Filz liegt in Endmoränengebiet (westliches Salzach-Endmoränenland), das durch den westlichen Rand des Salzachgletschers gebildet wurde (Naturraum Salzach-Hügelland). Es befindet sich ca. 1 km nördlich der Ortschaft Lauter im Landkreis Traunstein. Morphologisch -vegetationskundlich war das Wieninger Filz vermutlich ein asymmetrisches Hochmoor mit randlichem Latschenbewuchs. Im nordöstlichen Teil sind noch Reste der ursprünglichen Hochmooroberfläche erhalten - mit Kiefern bestandene, trockene Bultgesellschaften und ein trockenes, stellenweise mit Fichten und Birken durchgewachsenes Latschenfilz. Im Randbereich stocken trockene, zwergstrauchreiche Fichtenwälder. An das Moor grenzen im Norden landwirtschaftliche Flächen (Wiesen, Weiden), im Süden, Westen und Osten Fichtenforste.

Hydrologisch-entwicklungsgeschichtlich gehört das Wieninger Filz zu Verlandungsmooren und ist wahrscheinlich aus einem See entstanden. An den tiefsten Stellen finden wir Ton- und Torfmuddeablagerungen, die von Braunmoostorfen (v.a. *Meesia triquetra*) überlagert werden. Diese leiten dann über *Carex-Phragmites*- oder *Scheuzeria*-Torfe in einen *Eriophorum-Sphagnum*-Torf (*Sphagna cymbifolia*, in geringeren Anteilen *Sphagna acutifolia*) über.

Vom Torfabbau ist fast das gesamte Moor betroffen (Abb. 2). Der Torfabbau begann um die Jahrhundertwende. Vorherrschende Abbaumethoden waren der Handtorfstich und das Molverfahren. Nach dem 2. Weltkrieg stach man nur noch in geringem Umfang, das letzte Mal in den Jahren 1959/1960.

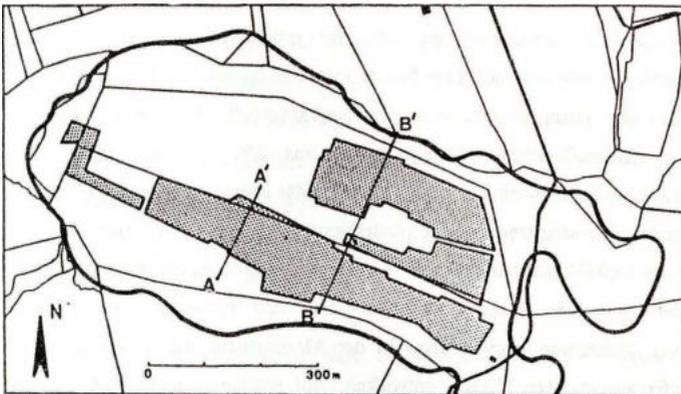


Abb. 2: Parzellierung und Lage der Torfabbaufächen (punktiert) im Wieninger Filz

- Grenze des Torfkörpers; A-A', B-B' Transekte Abb. 4.

Die beiden den Torfkörper entwässernden Vorfluter (Abb. 2) wurden nach dem Abbau (ca. 1960/1961) aufgestaut. Bis zum Jahre 1982 wurde der östliche Vorfluter nur im Winter geschlossen, um den Anliegern das Eisstockschießen zu ermöglichen. Im Frühjahr wurde das Wasser wieder abgelassen (Streumagd der vorflutnahen Torfstiche). Seit 1982 bleibt das Wasser das ganze Jahr angestaut.

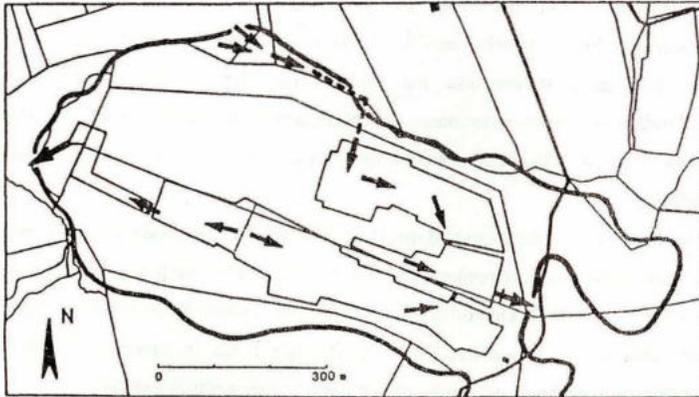


Abb.3: Richtung der Entwässerung bzw. Vorflut im Wiener Filz; im Norden gestrichelt Einleitung der Drainagewässer des angrenzenden Grünlands

Vegetation

Das Wiener Filz weist auf kleinem Raum eine besonders große Vielfalt an Sukzessionsstadien in den aufgelassenen Torfstichen auf. Dies beruht einerseits darauf, daß hier mit verschiedenen Methoden über über einen langen Zeitraum hinweg abgetorft wurde, andererseits durch die Einleitung von nährstoffreichen Drainagewässern aus dem nördlich angrenzenden Intensivgrünland in einigen Torfstichen die Vegetation sekundär überprägt wurde.

Neben den moorwald- und zwergstrauch- bzw. pfeifengrasreichen baumfreien Stadien trockener Standorte kommen torfbildende Stadien in der unterschiedlichsten Ausbildung vor. Stadien in der *Eriophorum vaginatum* in der Krautschicht und und entweder v.a. *Sphagnum papillosum* oder v.a. *Sphagnum angustifolium* in der Mooschicht haben sich in zentral gelegenen oder tiefer ausgetorften Flächen entwickelt. Auf solchen Flächen, auf denen im Molverfahren abgetorft wurde, gelegentlich aber auch auf gestochenen Flächen, konnten Stadien mit *Scheuchzeria palustris* und anderen Mineralbodenwasserzeigern entstehen. In den

Stichen, in die die Einleitung von nährstoffreichen Drainagewasser erfolgt, konnten sich Erlenbruchwaldstadien, von *Carex elata* dominierte Niedermoorstadien, aber auch Braunmoosstufenkomplexe bilden. Auf den (in folgender Übersicht nicht erfaßten) Fräsflächen kommen von *Rhynchospora alba* dominierte Bestände vor.

Aufgrund der starken Entwässerung des gesamten Torfstichgebietes wachsen auf den nicht abgetorften Restflächen zwergstrauch- und pfeifengrasreiche Moorwälder und Zwergstrauchheiden unterschiedlicher Zusammensetzung. Stellenweise kann eine hochdeckende Mooschicht mit hohem Anteil an Torfmoosen (v.a. *Sphagnum capillifolium*) ausgebildet sein.

1. Vegetation der ursprünglichen Mooroberfläche

(Die Nummer in Klammern entsprechen den Abschnitten der Vegetationseinheiten auf Transekten Abb. 4 und Abb. 5 und erklären die Karteireinheiten in Vegetationstabelle Tab. 1 (als Anlage den Exkursionsteilnehmern verteilt)

1.1 Moorwälder mit Kiefer und Moorbirke:

- mit *Vaccinium myrtillus* (1)
- mit *Molinia caerulea* (2)
- mit *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum capillifolium* (3)

Moorwälder mit *Pinus sylvestris* und *Betula pubescens* agg. sind meist auf solche Flächen über Eriophorum-Sphagnum-Torfen ausgebildet, die nur vorentwässert wurden. Auf den trockensten standorten am Rande der Torfstiche sind sie entweder zwergstrauch- (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, oder pfeifengrasreich, wobei bei beiden eine Mooschicht mit v.a. *Pleurozium schreberi* existiert. Auf den durch die Entwässerung weniger beeinflussten, torfstichferneren Flächen wachsen ebenso zwergstrauchreiche Wälder. Im Gegensatz zu (1) dominiert in der Krautschicht *Calluna vulgaris*; daneben kommen aber noch Arten der ehemals torfbildenden Vegetation vor: *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus*, *Eriophorum vaginatum*. Die Mooschicht deckt bis 70% und setzt sich v.a. aus *Sphagnum capillifolium* und *Pleurozium schreberi* zusammen. In allen Waldtypen trifft man eine oft mehrere Zentimeter hohe Streuschicht an.

Wahrscheinlich sind diese Moorwälder sekundär aus entweder ehemals baumfreien Flächen oder aus latschengebüschen entstanden, die zu Beginn des Torfabbaus abgeholzt wurden.

1.2 Latschengebüsch mit *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum capillifolium* (4)

Angrenzend an ehemals wegen der Torfablage künstlich baumfrei gehaltenen Flächen im Nordwesten des Moorkomplexes kommen noch Reste eines Latschengebüsches vor. Stellenweise ist es schon von *Picea abies* und *Betula pubescens* agg. durchwachsen. In der Krautschicht dominiert *Calluna vulgaris*, daneben kommen aber auch *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. oxycoccus*, *Andromeda polifolia* und *Eriophorum vaginatum* vor. Die bis 60 % deckende Moosschicht setzt sich aus v.a. *Sphagnum capillifolium* und *S. angustifolium* zusammen.

1.3 Zwergstrauchheiden mit *Calluna vulgaris*:

- mit *Pleurozium schreberi* (5)

- mit *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum capillifolium* (6)

- mit *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum capillifolium* und *S. cuspidatum* (7)

Von *Calluna vulgaris* dominierte Zwergstrauchheiden existieren auf denjenigen Flächen, die zur Ablage des Torfes künstlich baumfrei gehalten wurden. Am Rande des Torfstiche (Torfstichkanten) sind es fast monodominante Bestände, selten ist eine Moosschicht mit *Pleurozium schreberi*. Die Torfoberfläche liegt frei. In den torfstichferneren Bereichen kommen neben *Calluna* und *Molinia caerulea* Arten der ursprünglich torfbildenden Vegetation (*Eriophorum vaginatum* u.a.) vor. Eine bis zu 70% deckende Moosschicht aus v.a. *Sphagnum capillifolium* und *Leucobryum glaucum* ist immer vorhanden. In nur wenige Zentimeter tiefen Senken (z.T. verdichtete Bereiche) finden sich Bestände, die sich durch das Fehlen von *Leucobryum glaucum* bzw. das zusätzliche Vorkommen von *Sphagnum cuspidatum* auszeichnen.

2. Vegetation der Handtorfstiche und Molflächen

2.1 Moorwaldstadien (mit Fichte, Kiefer und Moorbirke):

- mit *Vaccinium myrtillus* (8)

- mit *Molinia caerulea* (9)

- mit *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea*, *Eriophorum vaginatum* und *Pleurozium schreberi* (10)

Auf den erhöht liegenden Flächen (meist älteste Abbaufächen), die sich meist im Randbereich der Torfstiche befinden, haben sich über Bunkerdeablagerungen aus *Eriophorum-Sphagnum-*

Torfen Moorwaldstadien entwickelt, die in ihrer Struktur und Zusammensetzung den vorher beschriebenen Moorwäldern der ursprünglichen Mooroberfläche ähneln. Auch hier können wir zwergstrauch- (*Vaccinium myrtillus*) und pfeifengrasreiche Moorwaldstadien unterscheiden, wobei das erstere häufig aus dem letzteren durch zunehmende Beschattung (Vorkommen zahlreicher, abgestorbener *Molinia*-Bulte) hervorgegangen ist. Unter den in der Krautschicht durch die Dominanz von *Molinia* gekennzeichneten Stadien gibt es solche, in denen *Molinia* fast allein in der Krautschicht vorkommt, und solche, die in der Krautschicht durch das zusätzliche Vorkommen von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium uliginosum*, *Eriophorum vaginatum* u.a. charakterisiert sind. Eine Moosschicht mit von Fläche zu Fläche unterschiedlichem Deckungsgrad ist in allen Moorwaldstadien ausgebildet. Häufig sind *Leucobryum glaucum*, *Pleurozium schreberi* und *Polytrichum formosum*.

2.2 Baumfreie Vegetationsstadien:

- *Calluna vulgaris*-Stadium mit *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum capillifolium* (11)

Von *Calluna vulgaris* dominierte Stadien weisen höhere mittlere Wasserstände als die Moorwaldstadien auf. Sie bilden häufig den Übergang von *Eriophorum vaginatum*-Stadien zu Moorwaldstadien oder kommen innerhalb der Moorwaldstadien auf wegen Jagdzwecken künstlich baumfrei gehaltenen Flächen vor. In der Krautschicht wachsen neben *Calluna vulgaris* *Molinia caerulea* und *Eriophorum vaginatum*. Die Moosschicht besteht aus v.a. *Sphagnum capillifolium* und *Polytrichum strictum*.

Eriophorum vaginatum-Stadien:

- mit *Molinia caerulea*, *Sphagnum capillifolium* und *S. cuspidatum* (12)

- mit *Molinia caerulea* und *Sphagnum angustifolium* (13)

- mit *Sphagnum papillosum* (14)

Von *Eriophorum vaginatum* in der Krautschicht dominierte Stadien mit mehr oder weniger geschlossenener Torfmoosdecke haben sich über Bunkerdeablagerungen aus *Eriophorum* - *Sphagnum*-Torfen v.a. in den jüngsten, zentral gelegenen und meist am tiefsten ausgetorften Stichen entwickelt.

In Fällen, wo die Bunkerde bzw. der Vegetationshorizont nach dem Abbau wahrscheinlich nicht vollständig unter Wasser zu liegen kam, aber trotzdem hohe mittlere Wasserstände herrschen, zeichnen sich die Stadien durch eine hohe Deckung der Krautschicht (*Eriophorum*

vaginatum, *Molinia caerulea*) aus. Die Moosschicht aus v.a. *Sphagnum capillifolium* und *S. cuspidatum* ist nicht geschlossen, Aufwüchse (bis 0,3m) sind nur zwischen den Bulten vorhanden.

Meist über einem Resttorfkörper aus *Carex-Phragmites*-Torfen mit geringer Mächtigkeit haben sich Stadien entwickelt, die durch eine teppichartige Moosschicht aus v.a. *Sphagnum angustifolium*, stellenweise auch aus *S. fimbriatum* gekennzeichnet sind.

Über mächtigeren Resttorfkörpern (2-4m) aus meist *Eriophorum-Sphagnum*-Torfen zeichnet sich die Moosschicht v.a. durch die Dominanz von *Sphagnum papillosum* aus. Stellenweise ähnelt die Struktur der Stadien Hochmoorwachstumskomplexen (Bultbildung).

***Scheuchzeria palustris*-Stadien:**

- mit *Sphagnum capillifolium* (15)
- mit *Sphagnum cuspidatum* (16)

V.a. auf im Molverfahren abgetorften Flächen haben sich Stadien entwickelt, deren Krautschicht von *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum angustifolium*, *Rhynchospora alba* u.a. gekennzeichnet ist. Meist fehlt *Eriophorum vaginatum*, v.a. dort, wo aufgrund der Abtorfungsmethode keine Bunkerde abgelagert wurde. In der Bunkerde aus *Eriophorum-Sphagnum*-Übergangsmoortorfen sind dabei *Scheuchzeria*-Reste vorhanden. Die geschlossene Moosschicht ist teppichartig und setzt sich v.a. aus *Sphagnum cuspidatum*, aber auch *S. papillosum* zusammen, stellenweise dominiert auch *S. capillifolium* (teilweise beginnende Bultbildung).

Braunmoos- und *Utricularia intermedia*-Stufenkomplex-Stadium:

- *Carex lasiocarpa*-Stadium mit *Trichophorum alpinum*, *Sphagnum papillosum* und *S. capillifolium* (17)
- *Carex lasiocarpa*-Stadium mit *Trichophorum alpinum*, *Sphagnum subnitens* und *S. subsecundum* (18)
- *Carex lasiocarpa*-Stadium mit *Scorpidium scorpioides* (19)
- *Carex lasiocarpa*-Stadium mit *Utricularia intermedia* (20)

In den durch die Einleitung der nährstoffreichen Drainagewässer des nördlich an den Moor-komplex grenzenden Intensivgründlandes beeinflussten Torfstichen (gelegentlich leicht Überstauung v.a. im Frühjahr) konnten u.a. großflächig Stadien entstehen, die Braunmoosstufenkomplexen (Kaule 1974) vergleichbar sind. Auf ganzjährig überstauten Bereichen fehlen die Braunmooschlenken. Die offenen Wasserbereiche werden von *Utricularia intermedia*

besiedelt (*Utricularia intermedia*-Stufenkomplex-Stadium). Die Bunkerdeablagerungen bestehen zwar aus Eriophorum-Sphagnum-Übergangsmoortorfen; durch die nachträgliche Veränderung der Standortsbedingungen wurden aber die Arten der ursprünglichen Vegetation (*Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum papillosum* u.a.) verdrängt oder konnten sich nur kleinflächig halten und Mineralbodenwasserzeiger wie *Carex lasiocarpa*, *Trichophorum alpinum*, *Eriophorum angustifolium*, *Rhynchospora alba*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum subnitens*, *S. subsecundum*, *Scorpidium scorpioides* u.a. wanderten ein und breiteten sich aus.

Die oberste Stufe bilden entweder steile, hohe Bulte aus v.a. *Sphagnum papillosum*, *S. capillifolium* und *Polytrichum strictum*, die in der Krautschicht durch das Vorkommen von *Calluna vulgaris* gekennzeichnet sind, oder flache Bulte bzw. teppichartige Bestände von aus *Sphagnum subnitens*, *Sphagnum subsecundum* und *Campylium stellatum*. Charakteristische Arten der Krautschicht sind hier *Carex elata* fo. *dissoluta* und *Parnassia palustris*. *Scorpidium scorpioides* und *Drepanocladus revolvens* kennzeichnen die Mooschicht der feuchten Bereichen bzw. Schlenken. Dominante Arten der Krautschicht sind neben *Carex lasiocarpa*, *Eriophorum angustifolium* und *Rhynchospora alba* vor allem *Drosera intermedia* und *Carex demissa*. Auf meist ganzjährig überstauten Flächen ist eine Mooschicht kaum ausgebildet. Neben den oben genannten Arten der Krautschicht kommt *Utricularia intermedia* im offenen Wasser vor.

- Erlenbruchwaldstadium (21) und *Carex elata*-Stadium (22)

In den Gräben bzw. Rinnen und den daran angrenzenden Bereichen, durch die die nährstoffreichen Drainagewässer des angrenzenden Intensivgründlandes durch das Moor hindurch abgeleitet werden, haben sich Stadien mit Niedermoorvegetation entwickelt. Die Bunkerdeablagerungen bestehen auch hier aus Eriophorum-Sphagnum-Übergangsmoortorfen. Entweder konnten, v.a. in flachen, überstauten Senken, Erlenbruchwaldstadien mit v.a. *Carex elata* und *Phragmites australis* in der Krautschicht oder mehr oder weniger baumfreie Stadien mit dominierender *Carex elata* und zahlreichen *Hochstauden* (*Angelica sylvestris*, *Lythrum salicaria*, *Peucedanum palustre* u.a.) entstehen. Häufig war hier, wenn auch mit geringer Deckung (bis 8%) *Salix aurita* in der Strauchschicht vertreten. Die Mooschicht dieser Stadien bestand v.a. aus *Amblystegium kochii*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Calliergonella cuspidata* und *Plagiomnium elatum*.

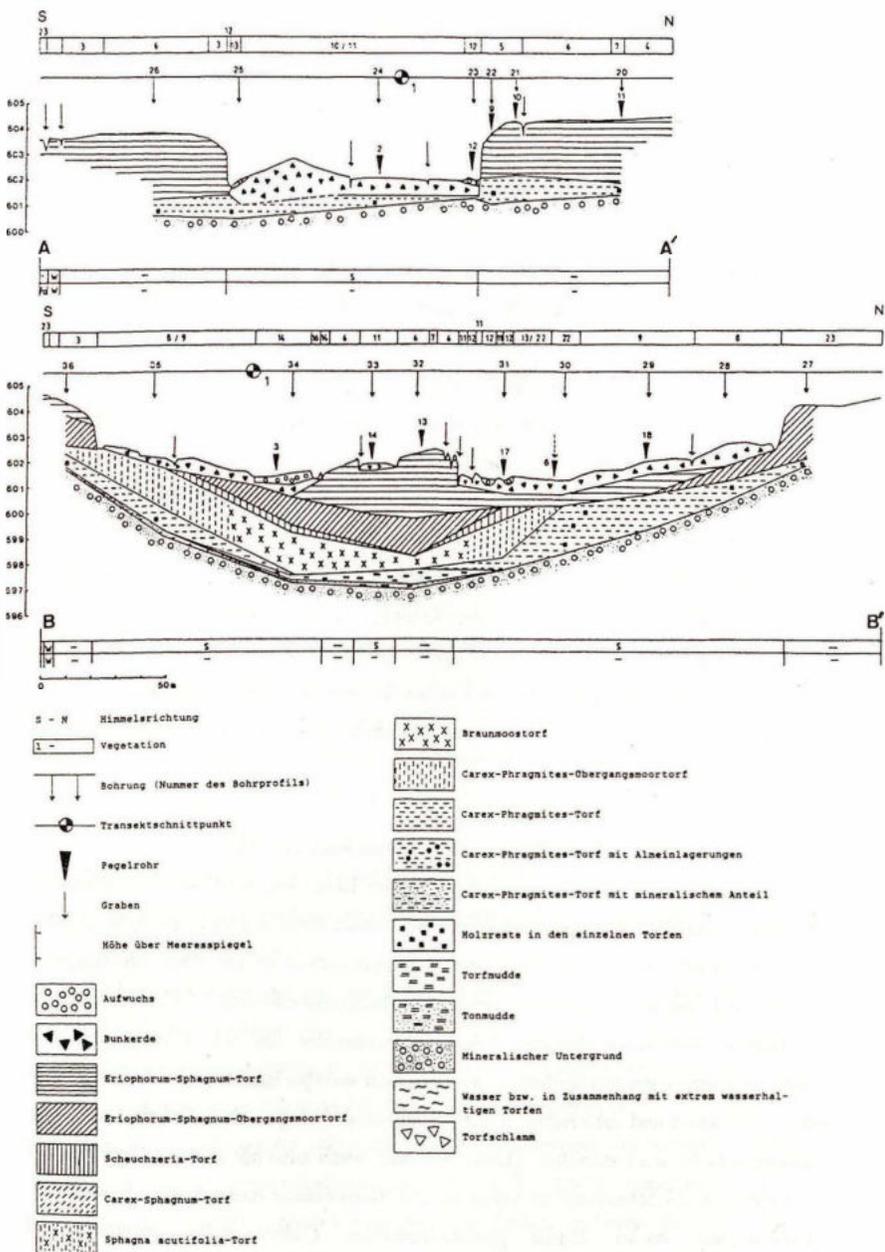


Abb. 4: Transekt A-A' und B-B' Wieninger Filz. Lage der Transekte siehe Abb. 2 (Tab. 1: Vegetationstabelle Wieninger Filz; in Anlage für Exkursionsteilnehmer)

Kendlmühlfilzen

(nach Pfadenhauer, Siuda & Krinner 1990)

Die südlichen Chiemseemoore, zu denen die Kendlmühlfilzen gehören und die vom Rand der bayerischen Voralpen bis zum Chiemseeufer reichen, sind mit ca 1800 ha der größte zusammenhängende Moorkomplex zwischen Inn und Salzach. Die Kendlmühlfilze stellen dabei den südöstlichen Teil der Chiemseemoore (nördlich von Grassau) dar und mit ihren Randbereichen nehmen sie rund 900 ha ein. Sie erstrecken sich von N nach S auf einer Länge von ca. 3 km, ihre Breite beträgt im Norden ca 3,5 km, im Süden nur noch 1 km (Abb.5). Die Geländeroberfläche liegt auf einer Höhe von 527 bis 535 m mit einem abfallenden Gefälle nach Norden.

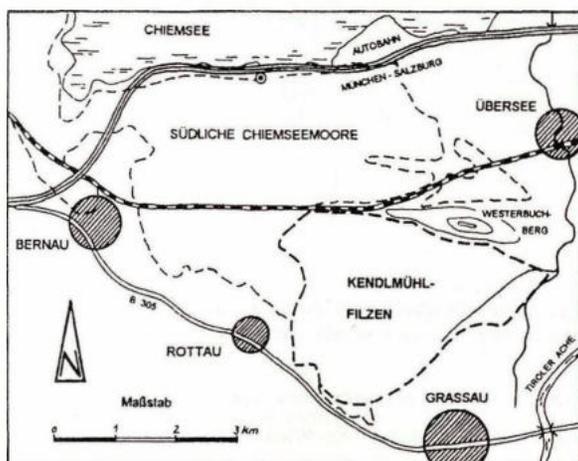


Abb. 5: Lage der Kendlmühlfilzen

Das Moorgebiet liegt in dem im Würmglazial entstandenen Stammbecken des Chiemseeegletschers. Auf den Seesedimenten begannen sich zuert im Präboreal (ca 10000 J.) ein Niedermoor zu bilden, dessen Schichten ca 1 m erreichten. Darüber wuchsen seit dem Atlantikum (6.000 J.) bis zu 4 m hohe Hochmoortorfe auf. Aus den nördlichen Gebirgsrändern lieferten die Bachläufe aber immer wieder Sedimente nach, sodaß sich die Torfschichten mehrmals mit Torffinsen und mineralischen Schwemmfächern überlagert haben. Die Hochmoorentwicklung wird bekanntlich durch einen mooreigenen dystrophen und frei beweglichen Moorwasserspiegel ermöglicht, der normalerweise knapp unter die Mooroberfläche reicht. In den Kendlmühlfilzen

taucht jedoch noch das mineralische Wasser von Norden unter die Torfschichten ein und bildet ein zweites artesisch gespanntes Stockwerk, welches im Normalfall von dem oberen dystrophen Stockwerk durch den Auflagedruck des oberen Moorspiegels sowie durch die wenig durchlässigen Ton- und Schlufflinsen getrennt wird (Abb. 6).

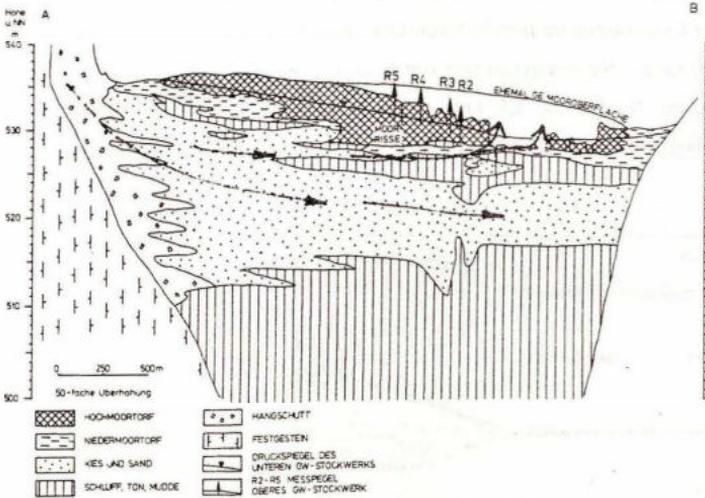


Abb.6: Hydrogeologisches Profil der Kendlmühlfilze von Süd nach Nord. Dicke Pfeile zeichnen die Bewegung des unteren (mineralischen) Grundwasserstockwerkes.

Das Klima des Chiemseebeckens ist - innerhalb des perhumiden Alpenrandklimas etwas kontinental geprägt. Bezeichnend sind höhere -Sommer- als Winterniederschläge sowie relativ warme Sommer und kalte Winter. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 7,3 ° C. ,die Jahresniederschlagssumme im Schnitt bei 1410 mm.

Die schriftlich belegte Nutzungsgeschichte der Kendlmühlfilze begann im Jahre 1824. In diesem Jahr endete hier die Bayerische General-Bergwerks- und Salinenadministration, die sog. Purifikation. Damit waren die Nutzungsansprüche des Staates und der privaten Anrainer festgelegt. Um 1885 begann man mit der systematischen Entwässerung für die ersten Abbauflächen, sog. „Kendlmüllerstiche“, der Saline Traunstein. 1907 wurde der Abbau auf anderen Flächen fortgesetzt und die Anlage einer Torfabfuhrbahn veranlaßt. Nach dem Ersten Weltkrieg übernahmen die Landestorfwerke den Abbau und von 1932 bis 1971 wurde der Abbau von der Justizvollzugsanstalt Bernau betrieben, zuerst von Hand und später mit speziellen Torfbaggern.

Seit 1976 wurde dann Torf im Fräsverfahren abgebaut. Noch 1984 erhielt ein privates Unternehmen Abbaurechte für Felder 6 bis 8 mit ca. 30 ha, aber der Abbau wurde Ende 1986 eingestellt. (Abb. 7) Die Fräsfelder wurden gepoldert, d.h. abschnittsweise terrassiert und durch Verwallungen abgegrenzt, um eine Stauhaltung von Niederschlagswasser möglich zu machen. Diese Gestaltungsform soll nach Egelsmann die beste Voraussetzung für die anschließende Moorrenaturierung mitbringen.

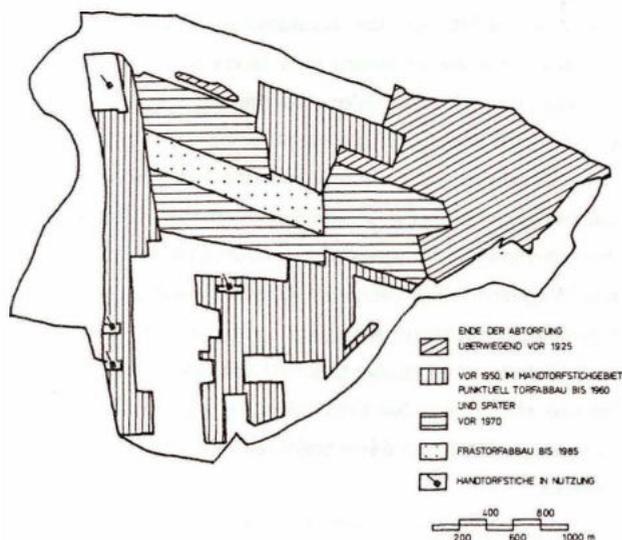


Abb. 7: Lage und Alter der Torfabbaugebiete in Kendlmühlfilzen, schematisiert

Durch den Torfabbau und die damit verbundene Torfentwässerung wurde aber der Auflagedruck des Moorwasserspiegels deutlich verringert und das mineralische Wasser des unteren Grundwasserstockwerkes konnte nun zwischen den Tonlinsen in den Hochmoorkörper aufsteigen (Abb. 6). An einigen Stellen tritt sogar dieses Wasser an der Oberfläche als mineralische Quellen aus. Diese Situation verursacht auch die stark differenzierten Standortbedingungen der zu renaturierenden Fräsfelder.

Die Forschungsarbeit des Lehrstuhls für Vegetationsökologie der TUM begann im Gebiet der Kendlmühlfilzen im J. 1984, wo damaliges Lehrgebiet Geobotanik unter Leitung von Prof. J. Pfadenhauer zur Erstellung eines „Ökologischen Entwicklungskonzeptes“ beauftragt wurde

(abgeschlossen 1988). Die ersten Pflanzversuche auf den Fräsfeldern wurden 1986 und 1987 angelegt, in diesem Jahr wird das Forschungsprogramm zu Untersuchungen von Renaturierungsmöglichkeiten der teils abgetorften Hochmoore abgeschlossen.

Vegetation

Im Rahmen der Bearbeitung des o.g. Konzeptes wurde die Pflanzendecke der Kendlmühlfilzen kartiert. Es wurde dabei nicht wie üblich mit dem Baun-Blanquet-Verfahren und der tabellarischen Auswertung gearbeitet. Für die Bewertung nach funktionalen Kriterien (z.B. hinsichtlich Geschwindigkeit dynamischer Prozesse, der Abhängigkeit von Standort und Nutzung usw.) wurde in diesen relativ artenarmen Phytozönosen auf eine modifizierte Kartierung zurückgegriffen, die physiognomische und floristische Merkmale integriert und damit besser landschaftsökologische Raumeinheiten kennzeichnet (Succow 1988). Hierfür wurden physiognomisch dominante sowie bezüglich eines ökologischen Zeigerwertes eindeutige Arten mit strukturellen Merkmalen der Vegetation selbst kombiniert. Unter Einbeziehung der auftretenden Gehölze wurden insgesamt 10 Hauptvegetationstypen unterschieden; durch deren Untergliederung ergaben sich 46 Einheiten. Vollständige Übersicht und Beschreibung der Zeigerarten sowie aller Einheiten sind im „Ökologischen Entwicklungskonzept Kendlmühlfilzen“ (Pfadenhauer, Siuda & Krinner 1988) publiziert, an dieser Stelle können nur die Hauptvegetationstypen kurz beschrieben werden.

1. Bunte Torfmoosrasen ohne und mit Schlenken

werden durch Dominanz der ombrotrophenten Arten (*Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*, *Drosera rotundifolia*), vor allem auch roter Torfmoose *Sphagnum magellanicum*, *S. capillifolium* (mit Deckungsgraden von >75%) und *Eriophorum vaginatum* (<25%) charakterisiert und stellen einen typischen „Wachstumkomplex“ (nach Kaule 1974) mit ebener oder leicht welliger Oberfläche dar. *Calluna vulgaris* kommt nur im Bult-Schlenken-Komplex mit geringer Deckung bis 10% vor. Schwerpunkt des Vorkommens von *Rhynchospora alba* ist in den Schlenken mit gesacktem, verdichtetem Torf. Die bunten Torfmoosrasen stellen vermutlich weitgehend konstante Pflanzendecke mit möglicherweise zyklischen Vegetationsprozessen dar (Schmeidl, 1976) und kommen hauptsächlich im Südteil der Filze („Rißflarkgebiet“) als ein größeres, zusammenhängendes und den Eindruck der ursprünglichen Hochmoorweite vermittelndes Gebiet vor.

2. Übergangsmoore

Als „Grüne Torfmoosschlenken“ (Succow 1988) werden v.a. durch *Sphagnum recurvum* agg. und *S. cuspidatum* sowie *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa* und gelegentlich *Carex rostrata* gekennzeichnet und sind für mit Torfschlamm verfüllte, nicht begehbare Moorspalten im Reißflarkgebiet charakteristisch.

Eine Ausbildung mit *Eriophorum angustifolium*, *Rhynchospora alba* und *Sphagnum cuspidatum* (bis 100% Deckung) ist dagegen vorwiegend als ein typisches Regenerationsstadium alter Torfstiche anzutreffen (vergl. Eriophorum-Stadien des Wieninger Filzes).

3. Feuchte Hochmoor-Zwergstrauchheiden

sind von Heidekraut-Ausbildungen des bunten Torfmoosrasens durch Dominanz von *Calluna vulgaris* (>75% Deckung) und das Fehlen des Bult-Schlenken-Reliefs einfach zu unterscheiden. Deutlich reicher an Gehölzen, insbesondere Latschen und Birken. In mehreren Ausbildungen kommen noch *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Trichophorum cespitosum*, *Rhynchospora alba* sowie rote Torfmoose in variablen Deckungsgraden vor. Der Vegetationstyp ist typisch für schwach vorentwässerte Bereiche der ehemaligen Hochmoorweite mit deutlich tieferem Moorwasserspiegel. In den veralteten *Calluna*-Beständen wird die Pflanzendecke lückig mit nackter Torföberfläche zwischen den Zwergsträuchern. Hier kommen auch vermehrt Flechten der *Cladonia*-Gattung vor.

4. Trockene Hochmoor-Zwergstrauchheiden

werden wie bei dem vorherigen Typ durch die Dominanz von *Calluna vulgaris* geprägt, es fehlen jedoch alle ombrotrophenten Arten, einschl. der Torfmoose. Die Standorte sind deutlich trockener mit mittlerem Moorwasserspiegel von ca. 40 cm unter Geländeoberfläche. Die trockene *Calluna*-Heide kommt z.T. großflächig auf entwässerten, unterschiedlich alten Torfabbauflächen vor.

5. Hochmoor-Grasheiden

sind charakteristisch für Torfrücken ohne oder mit vorausgegangener Abtorfung mit intensiver Verdichtung und Strukturzerstörung, hervorgerufen durch Tätigkeiten im Zusammenhang mit Torfabbau. Es wurden sowohl reine *Molinia caerulea* -Bestände, als auch Übergänge zu trockenen Zwergstrauchheiden (*Calluna* und *Molinia* jeweils rund 50% deckend) oder zu

feuchten Hochmoor-Zwergstrauchheiden mit gelegentlichem Vorkommen der ombrotraphenten Arten.

Das größte Vorkommen haben die Grasheiden auf den Abbaufaldern der Justizvollzugsanstalt mit ca. 70 ha. Unter dem Einfluß mineralischen Grundwassers tendieren sie zuerst mit *Frangula alnus* zu verbuschen und sich weiter zu Pfeifengras-Birkenwäldern zu entwickeln.

6. Torfstich-Pioniervegetation

im Gegensatz zu Übergangsmoor-Regenerationsstadien wird von lückiger Pflanzendecke mit nackter Torfoberfläche oder stehenden Wasserflächen gebildet. Einzelne Einheiten werden durch unterschiedliche Struktur (etweder eher rasenförmig oder eher bultig bei Torfmooswachstum) sowie die Artmächtigkeit der Zeigerarten (*Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, *Rhynchospora alba*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum recurvum* agg., *Sph. cuspidatum*) differenziert. Das Vorkommen beschränkt sich auf Hand- oder Baggertorfstiche unterschiedlichen Alters. Bei weiterem Verfallen der alten Entwässerungsgräben ist eine Entwicklung zu sekundärer Vegetation der Übergangsmoore denkbar.

7. Großseggenrieder, Röhrichte, Hochstaudenfluren

Nach Dominanz der jeweiligen Arten benannte Vegetationseinheiten kommen meist auf nassen, vom mineralischem Grundwasser beeinflussten Flächen: Schnabelseggenrieder mit *Carex rostrata* (>75% deckend) in einigen Torfstichen mit Übergangsmoorortf, Schlangenseggenrieder mit *Carex gracilis* (>75% deckend) in eutrophen Anbauflächen am Moorrand, Schilfröhrichte (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Carex pseudocyperus*) kleinflächig ebenfalls in Torfstichen, aber auch in der Umgebung von Austritten des mineralischen Wassers innerhalb des Hochmoorkörpers (Fräsfelder). Nitrophytische Hochstaudenfluren mit *Urtica dioica*, *Eupatorium cannabinum*, *Mentha longifolia*, *Peucedanum palustre*, *Lythrum salicaria* u.a. wurden am eutrophen Moorrand sowie auch innerhalb des Hochmoors auf Aufschüttungen vom Fremdmaterial kartiert. Langfristig ist hier sicherlich eine Entwicklung zu Gehölzbeständen zu erwarten; ausgenommen *Carex rostrata*-Bestände, bei welchen eventuell die Sukzession zu Übergangsmooren verlaufen könnte.

8. Latschenfilz

bildet dichte, ausgedehnte Bestände mit Dominanz von *Pinus rotundata* var. *pseudopumilio* (stellenweise auch var. *arborea*). In der Krautschicht tritt *Calluna vulgaris* zugunsten von

Vaccinium myrtillus, *V. uliginosum* und *V. vitis-idaea* (bis 25% Deckung) zurück. Latschenfilz wächst auf nicht abgetorfte Hochmooroberfläche, meist benachbart zu Bult-Schlenkenkomplexen oder Hochmoor-Zwergstrauchheiden und ist als ein Relikt des ehemaligen oberen Randgehänges vorwiegend periphär verbreitet. Durch Luftbildvergleich ist eine Vergrößerung der Bestände gut erkennbar - eine Wiederausbreitung auf die feuchten Hochmoorheiden ist deshalb künftig wahrscheinlich.

9. Wälder und Forsten

Sekundäre Wälder im ehemaligen Randgehänge und auf Torfabbauflächen mit Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) sowie Birken-Arten (*Betula pendula*, *B. pubescens* ssp. *carpatica*) bleiben weitgehend unbewirtschaftet und mit hohem Totholzanteil. Die Gliederung der Einheiten erfolgt nach dominanten Arten der Baum- und Krautschicht:

-Pfeifengras-Birkenwald - (verbreitetester Waldtyp) mit *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*.

V. uliginosum,

-Zwergstrauch-Birkenwald - ohne *Molinia*

-Birken-Schwarzerlenwald - als Übergang zum Erlen-Eschenwald

-Birken-Kiefern-Fichtenmischwald - auf stark veredetem Hoch- und Übergangsmoortorf, mit

Dryopteris dilatata, *Milium effusum*

-Kiefern-Moorwald

-Fichtenforste

Seit 1945 wird eine drastische Ausbreitung von Moorwäldern, ausgehend von einzelnen Gehölzgruppen, beobachtet (Abb. 8). Das betrifft insbesondere die rasche Ausbreitung von Pfeifengras-Birkenwäldern im Norden des Gebietes, wo sie offenbar (im Vergleich zum nicht oder nur vorentwässerten Hochmoor) von nährstoffökologisch günstigeren Standorten (abgebaute, gesackte Hoch- und Übergangsmoortorfe mit *Molinia*-reichen Zwergstrauchheiden oder Hochmoor-Pfeifengrasrasen) profitiert. Nach Briemle (1980) verbuschen diese Standorte besonders leicht. Weitere Ausbreitung der Birke in das umliegende Gebiet ist aufgrund des hohen Samendrucks der bereits ausgewachsenen und fruchtenden Bestände zu befürchten.

10. Grünland

Verarmte Ausbildung der Kohldistelwiesen (weitgehend als dreischürige Futterwiesen) kommt im Moorrandbereich auf gründlich entwässertem, veredetem und aufgedüngtem Nieder- und Übergangsmoortorf vor und ist relativ artenarm und mit *Rumex obtusifolius* verunkrautet.

Charakteristisch ist hohe Deckung typischer Futtergräser wie *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*.

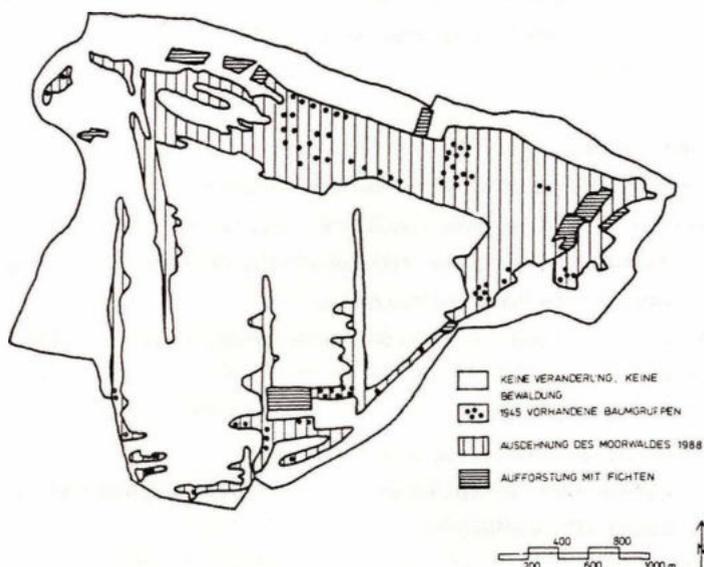


Abb.8: Entwicklung der Bewaldung seit 1945, schematisiert.

Binsenreiche Ausbildungen der Kohldistelwiesen sind weniger intensiv genutzt, zweisechurig und entstanden größtenteils aus ehemaligen Streuwiesen. Sie erhalten noch heute zahlreiche Nässe- und Feuchtezeiger sowie markant blühende Hochstauden (*Juncus effusus*, *J. filiformis*, *Carex gracilis*, *Scirpus sylvaticus*, *Filipendula ulmaria*, *Cirsium rivulare* u.v.a.).

Bodensauere Pfeifengraswiesen als Reste ehemals typischer Grünlandnutzung in Mooren kommen vor allem im nordöstlichen rand der Filze vor (*Molinia caerulea*, *Calluna vulgaris*, *Carex fusca*, *Gentiana asclepiadea*, *Succisa pratensis*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia conopsea* u.a.).

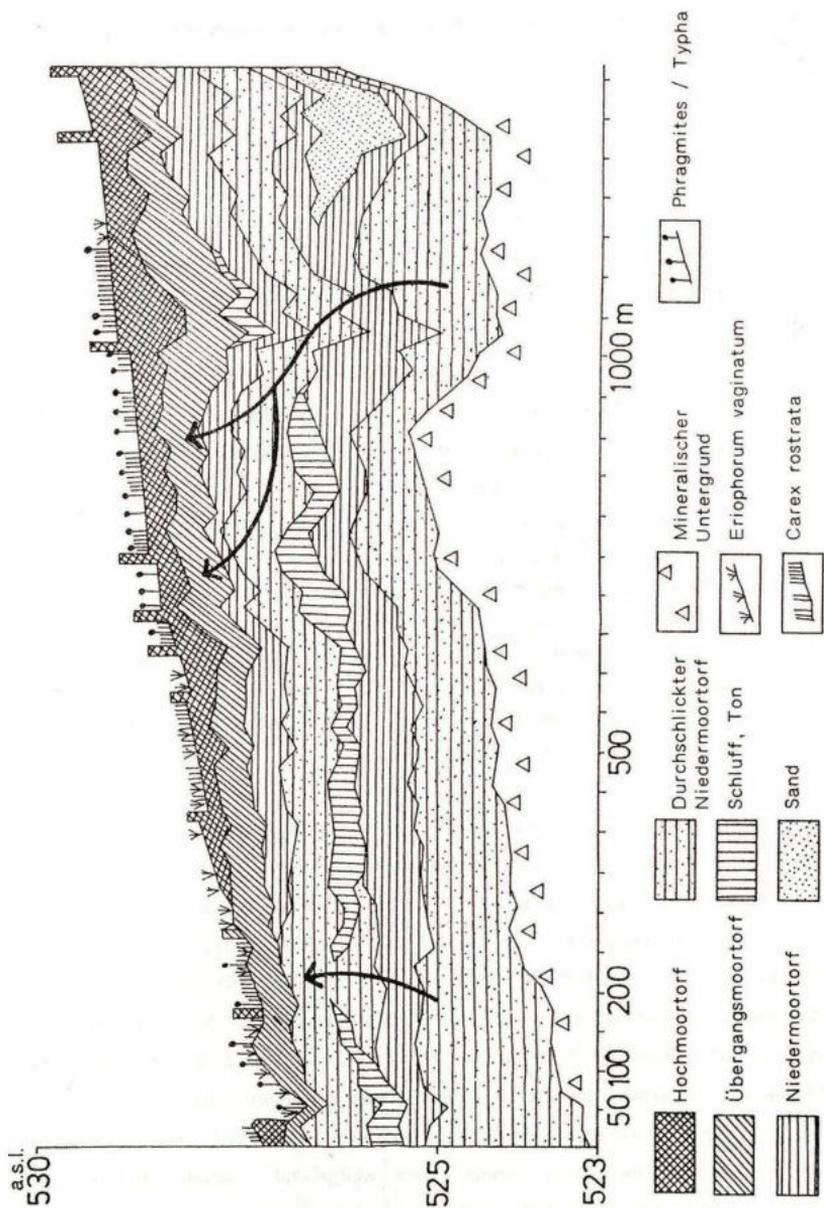


Abb. 9: Längsschnitt durch das terrasierte Fräsfeld 6-Süd. Die Pfeile zeigen das aufsteigende minerotrophe Wasser des unteren Grundwasserstockwerkes

Untersuchungen und Versuche zur Renaturierung und Regeneration von abgetorften Hochmoorflächen

Der industrielle Frästorfabbau hinterläßt ausgedehnte, meistens geneigte Flächen von nacktem Resttorf und mit einem sehr gut funktionierendem Drainagesystem. Ohne besondere zusätzliche Maßnahmen besiedeln verlassene Abbaufelder extrem langsam und wenn, dann vorwiegend mit artenarmen Beständen von *Molinia caerulea* und *Calluna vulgaris*, welche sich nach Jahrzehnten in sekundäre Birken- und Kiefernmoorwälder entwickeln. (Pfadenhauer & Klötzli, im Druck).

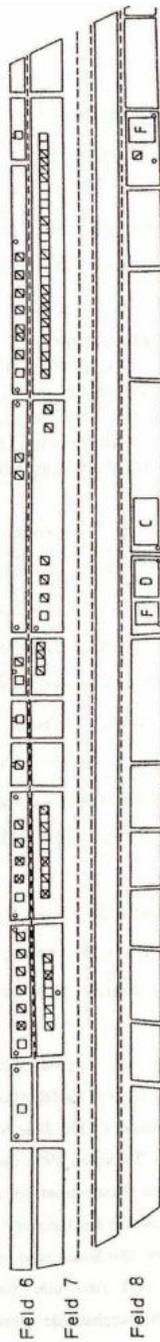
In den Kendlmühlfilzen wurde der Torfabbau im Jahr 1985 definitiv eingestellt. Die Oberfläche der Fräsfelder wurde in ein System von horizontalen Poldern mit flachen Dämmen modelliert und die Entwässerungsgräben gesperrt, um bessere Bedingungen für weitere Renaturierungsmaßnahmen zu erreichen.

Durch die Polderung soll das Regenwasser in den flachen Becken längere Zeit gehalten werden und das überschüssige Wasser wird über Überläufe in folgende Terrassen oder in einen Entwässerungsgraben abgeführt. Wie jedoch Untersuchungen letzter Jahre gezeigt haben, funktioniert dieses Verfahren nur in beschränktem Maße, besonders nur in norddeutschen Moorgebieten, wo eine Restschicht von zeretztem Schwarztorf das Regenwasser aufstauen läßt. In süddeutschen Mooren, wo die Schwarztorfschichten oft fehlen, sinkt der Moorwasserspiegel trotz der hohen Niederschläge während der Sommermonate so weit ab, daß eine Neubildung von funktionierendem Akrotelm kaum möglich ist.

Die Standorts- und Vegetationsentwicklung der modellierten Fräsfelder Nr. 6, 7 und 8 wurden seit 1986 vom Lehrstuhl für Vegetationsökologie regelmäßig untersucht.

Es hat sich gezeigt, daß meistens nur in Bereichen, in welchen das minerotrophe Wasser (bedingt durch die spezielle stratigraphische Situation - siehe vorher) bis zur Oberfläche steigt, sind die Terrassen dauerhaft so naß, daß sich dort eine torfbildende Niedermoor- oder Übergangsmoorvegetation etablieren kann (Abb. 9). Die bessere Nährstoffversorgung unter höherem pH erhöht die Produktivität der Vegetation und demzufolge auch die erste Torfbildung. Unterhalb der *Carex rostrata*- und *Phragmites*-Bestände hat sich bereits stellenweise *Sphagnum recurvum* etabliert. Restliche Polder sind vorwiegend bedeckt mit *Eriophorum vaginatum* oder immer noch weitgehend vegetationsfrei (falls sie in Sommermonaten besonders stark austrocknen). Das Wasserregime der Flächen mit fast monodominanten Beständen von *Eriophorum vaginatum* kann jedoch rasche Verbuschung durch Anflug der Moorbirke nicht verhindern, sodaß diese nur als ein kurzzeitiges

plan



- ⊗ Dauerflächen - Pflanzung und Ansaat
- ⊠ Dauerflächen - Sphagnum-Verpflanzung
- Kontrollflächen (keine Maßnahmen)
- ⊞ bepflanzte Transekte - Grabenversuch
- ⊞ bepflanzte Transekte - Düngungsversuche
- ⊞ Dauerflächen - Abdeckungsversuche

Abb 10: Lage der Versuchflächen auf Fräselandern Nr. 6 bis 8 in Kendlmühlfilzen

Sukzessionsstadium bei der Entwicklung zu sekundären Birken-Moorwälder gesehen werden müssen. Deshalb können etablierte *Eriophorum vaginatum* Bestände nicht als ein Indikator für erfolgreiche Hochmoor-Regeneration gelten (Pfadenhauer & Klötzli, im Druck).

Zwischen 1986 und 1995 wurden auf den Fräsfeldern auch zahlreiche Versuche zur Klärung von Möglichkeiten und Grenzen der Hochmoorrenaturierung und -regeneration angelegt (Abb.10):

- 1) Auspflanzung und Ansaat von ausgewählten Arten 1986/87 auf Fräsfeld 6 und 7
- 2) Auspflanzung von ausgewählten Arten 1991 auf Fräsfeld 8
- 3) Versuche zur Torfmoosverpflanzung und Etablierung (1992)
- 4) Untersuchungen zu Schutzstellen in Horsten von *Eriophorum vaginatum*
- 5) Abdeckungsversuche (künstliche Schutzstellenbildung) auf Feld 8 (1994)
- 6) Düngungsversuche (Aktivierung der Samenbank und Etablierung der Keimlinge, 1994)

Um den Sukzessionsprozeß zu beschleunigen bzw. zu lenken, wurden auf die vorbereiteten Fräsfelder einige Pflanzenarten ausgebracht. 31 (100m² große) Dauerflächen wurden bepflanzt (Sproße mit Wurzeln und kurzem Rhizomteil) im Verband 4 Stck/m², 22 Dauerflächen wurden angesät, 31 Dauerflächen wurden der natürlichen Sukzession als Kontrollflächen belassen. In regelmäßigen Zeitabständen wurden die Moorwasserstände und die Nährstoffdynamik gemessen, die Entwicklung der ausgebrachten Arten untersucht sowie die spontane Vegetation kartiert. Ergebnisse der Korrespondenz-Analyse zeigen eindeutig die Abhängigkeit des Artenspektrums von den unterschiedlichen Standortbedingungen. Als die besten Arten zur schnellen Bedeckung von nackten Torfoberflächen haben sich *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium* und *E. vaginatum* bewährt.

Bis 1992 haben sich innerhalb der Pionierbestände keine Sphagnen spontan etabliert. Es wurden deshalb Transplantate von Sphagnum-Arten verwendet, um festzustellen, ob und unter welchen Bedingungen ein Sphagnum-Wachstum initiiert bzw. beschleunigt werden kann.

Es wurden neun oligotrophe Standorte mit unterschiedlicher primären Vegetation und unterschiedlichem Wasserregime ausgewählt (nackte Torfoberfläche versus Dauerflächen mit *Carex rostrata*, *Eriophorum vaginatum*, *E.angustifolium*) und in diese Soden der Torfmoose implantiert (5m lange Transekte, Abstand der Soden 50 cm). Zwischen 1992 und 1995 wurde die Entwicklung der Soden, der umgebenden Vegetation sowie der Standortparameter untersucht. Das beste Wachstum haben Sphagnen auf Standorten mit einem um die Geländeoberfläche oszillierendem Wasserspiegel und einer Matrix der Pionierpflanzen erreicht. Die Soden sind bereits 1994 in Teppiche bis 2 x 6 m zusammengewachsen. Auf dem nackten Torf sind alle Soden (trotz einem vergleichbaren Wasserregime) bald abgestorben, da sie die wechselnde Austrocknung, Überschwemmung und

Bedeckung mit Torfschlamm nicht ausgehalten haben. Es scheint, daß die ausgebrachten Pionierarten nicht nur das bodennahe Mikroklima des Standorts verbessern, sondern eine Schlüsselrolle als „Stütze“ für bessere vertikale Entwicklung der Moose spielen. Bis zu 25 cm vertikal differenzierte *Sphagnum*-Bestände sind fähig auch unter stärkeren Wasserschwankungen zu überleben.

Weitere Geländeversuche (Ziele, Methoden und Ergebnisse) werden mit Exkursionsteilnehmern direkt vor Ort diskutiert.

Literatur:

- Briemle, G., 1980: Untersuchungen zur Verbuschung und Sekundärbewaldung von Moorbrachen im südwestdeutschen Alpenvorland. - Diss.Bot. 57, 286 S.
- Kaule, G., 1974: Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. - Diss.Bot. 27, 345 S.
- Pfadenhauer, J., Siuda, C. & Krinner, C., 1990: Ökologisches Entwicklungskonzept Kendlmühlfilzen. - Schriftenreihe LfU, Heft 91, München, 61 S.
- Pfadenhauer, J. & Klötzli, F., im Druck: Restoration experiments in middle European wet terrestrial ecosystems; an overview. - Vegetatio
- Poschod, P. 1989: Vegetationsentwicklung in abgetorften Hochmooren des Bayerischen Alpenvorlandes unter besonderer Berücksichtigung standortkundlicher und populationsbiologischer Faktoren. - Diss., TU München-Weihenstephan, 334 S.
- Schmeidl, H., 1976: Wandlung einer Moorlandschaft am Beispiel der südlichen Chiemseemoore. - Telma 6, 41-50
- Succow, M., 1988: Landschaftsökologische Moorkunde. - Gebr.Bornträger, Berlin, Stuttgart.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Exkursion G (1.Teil):

Donaumoos

Prof.Dr. J. Pfadenhauer, Dipl.-Ing.agr. Ulrich Wild, Dipl.-Biol. Annette Patzelt

1. Lage und Entstehung

Der Landschaftsraum Donaumoos liegt im Städtedreieck Ingolstadt/Neuburg a.d. Donau/ Schrobenhausen und ist der südwestliche Teil der Ausräumungslandschaft des Ingolstädter Beckens.

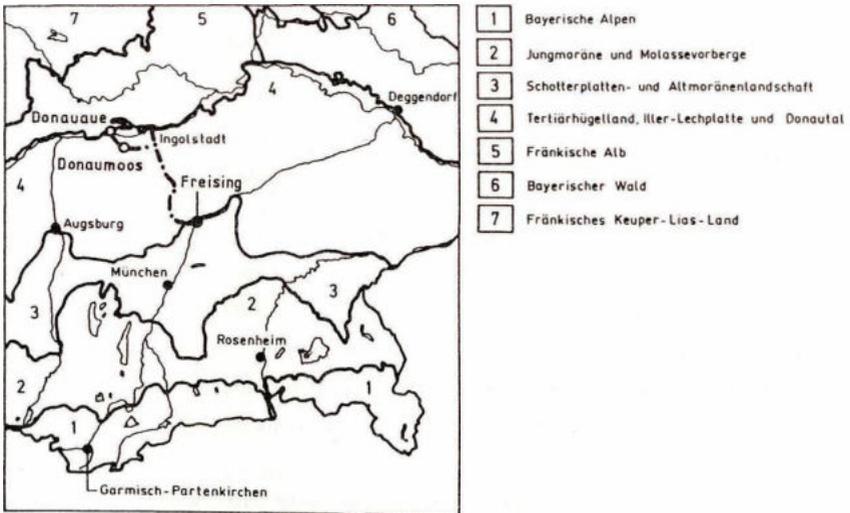


Abb. 1: Route von Exkursion G

Die weitgehend ebene Landschaft ist heute nur mehr zu zwei Drittel von Niedermoor bedeckt. Mit ca. 11 000 ha ist diese Torflagerstätte aber immer noch die größte Bayerns. Der kleinräumig stark gegliederte Untergrund besteht aus Molassegestein (tertiäre Sande und Kiese der oberen Süßwassermolasse, z.T. überdeckt durch Sande, Schluffe und Tone fluviatiler Herkunft) und quartären Schottern.

Das Donaumoosbecken wurde im Pliozän durch kontinuierliche rückschreitende Erosion der Donaumoosbäche, deren Ursprung in den umliegenden Hügelländern lag, angelegt. Nach der Laufverlegung der Donau wurde das entstandene Becken zunächst durch Schwemmkegel teilweise überschüttet (Hochterasse), dann aber durch die zeitweise sehr transportkräftige Donau erneut ausgeräumt. Gegen Ende des Pleistozäns wurden die Donaumoosbäche durch Aufschüttung jüngerer Niederterassenschotter gestaut. Dieser Vorgang leitete die Genese des Moores ein. Während der letzten 10 000 Jahre bildeten sich Niedermoortorfe von erheblicher Mächtigkeit. Es wird geschätzt, daß die Moormächtigkeit zu Beginn der systematischen Entwässerung im Zentralbereich des Donaumoosbeckens 7 m überstieg. Hinsichtlich des hydrologisch-entwicklungsgeschichtlichen Moortyps ist das Donaumoos als Mischtyp zwischen Durchströmungs- und Versumpfungsmoor einzustufen.

Das Klima (Jahresniederschläge um 700 mm, Temperaturjahresmittel 7,5 °C) ist leicht subkontinental geprägt. Die hohe Zahl der Tage mit Bodenfrost (Spät- und Frühfrostgefahr), die vermehrte Nebelbildung und die schlechte Wärmeleitfähigkeit der entwässerten Moorböden, verdeutlichen die Standortgunst im Vergleich zu den umliegenden Gebieten.

2. Eigenschaften der Niedermoorböden im Donaumoos

Infolge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung zeigen die Niedermoortorfe in den gut durchlüfteten Horizonten sehr **hohe Zersetzungsgrade** (H8 - H10 nach der zehnstufigen Zersetzungsskala nach von POST). Die durchschnittliche Lagerungsdichte der ackerbaulich genutzten Torfböden beträgt 0,35 - 0,45 g·cm⁻³ im Oberboden (Grünland 0,25 - 0,35 g·cm⁻³). Die infolge der im Donaumoos praktizierten Niedermoorschwarzkultur zu beobachtende **Vermulmung** hat eine reduzierte Wiederbenetzbarkeit der Torfe nach starker Austrocknung zur Folge. Zusätzlich leisten diese ungünstigen Gefügeeigenschaften dem Bodenabtrag durch Winderosion Vorschub.

Die botanische Zusammensetzung der Niedermoortorfe ist relativ homogen. Als Torfart ist hauptsächlich Radzellentorf, seltener Phragmitestorf anzutreffen. Vereinzelt sind auch Holzzeinschlüsse sowie Menyanthes-Samen zu finden. Nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung sind die Torfe als sog. Kräutertorfe bzw. Riedtorfe und der Bodentyp als typisches Niedermoor (= basenreiches Niedermoor) anzusprechen, das durch niedrige Carbonatgehalte und hohe Gehalte an basisch wirkenden Kationen ausgezeichnet ist. Der Stickstoffgehalt der Niedermoortorfe liegt bei 2,0 bis 3,0 % TS. Das C/N-Verhältnis ist mit 12 - 16 relativ eng. Die pH-Werte variieren innerhalb des Donaumooses relativ stark: In Gegenwart von freiem

Calciumcarbonat kann der pH über dem Neutralpunkt liegen, während sie vereinzelt auch im sauren Bereich liegen (pH 4,0 - 4,5).

3. Besiedelungs- und Nutzungsgeschichte

Untersuchungen zur **prähistorischen Besiedelung** des Donaumooses ergaben, daß vor allem die mineralischen Erhebungen im Moor als mesolithisches Siedlungsland dienen. Für Bereiche im Moor, die permanent wassergesättigt gewesen sein dürften bzw. nur für kurze Zeit oberflächlich abtrockneten, konnte eine nur kurzfristige Besiedelung durch kleinere Menschengruppen nachgewiesen werden. In historischen Berichten wird das Donaumoos vor seiner Kultivierung als **unzugänglicher Sumpf** beschrieben. Heute noch spricht die einheimische Bevölkerung im und am Rand des Donaumooses vom „See“ und meint damit die Moorflächen, die oft überschwemmt waren und einem See glichen. Zum anderen sprechen die Moosbewohner vom „Land“ und meinen den Mineralboden der Umgebung.

Es ist jedoch überliefert, daß das Moor zumindest in trockenen Sommern von den Bewohnern der Umgebung als **Viehweide** genutzt wurde. Das Vieh war allerdings wegen Mangelkrankheiten und Parasitenbefalls in sehr schlechtem Zustand, sodaß zur Erhaltung des Bestandes zugefüttert werden mußte. Zudem erfuhren die Moosgründe keine Düngung und der Weidengang war nicht geregelt. So wurden die Flächen überweidet und die Narbe wurde zerstört.

Besonders drastisch schildert v. ARENTIN 1795 die Situation der Weiden vor der Trockenlegung:

„Bei jedem Schritte sank es (das Vieh) an manchen Stellen bis an den Leib in den Sumpf, fraß heißhungrig selbst die schädlichsten Pflanzen, und saugte gierig Tod und Krankheiten aus den stehenden Pfützen, um nicht vor Durst zu sterben. Während es sich mühsam sein Futter suchte, wurde es am Leibe von Mücken und Bremen, und an den Beinen von Blutegeln den ganzen Tag hindurch gequält, und oft stürzte es, um sich nur einigermaßen der rasenden Schmerzen zu entledigen, in den tiefsten Morast, wo es dann die Hirten unter unaussprechlichen Qualen und Peinen mit Stricken, welche sie auf diese Fälle schon immer bei sich hatten, wieder herausziehen mußten. Vor Sonnenhitze, Regen oder Hagel hatte es nirgends einen Zufluchtsort, um sich zu schützen, oft auf mehrere Stunden weit kein Baum, der ihm Schatten und Ruhe gewähren könnte. Den ganzen Tag hatte es schädliche Dünste eingeathmet, im Sumpfe herumgewadelt, um ein Paar Hälmle saures Gras zu erobern, auf der Weide selbst wurde ihm nie Ruhe gelassen, denn es mußte immer hin und her wandern, und die wenigen Kräfte, die es vielleicht durch das Futter bekommen haben könnte, sogleich wieder verlieren; daher war es am Abend, wann es nach Hause getrieben ward, meist hungriger und ermatteter, als zuvor.“

Die **erste planmäßige Entwässerung** und Kultivierung des Donaumooses wurde im Jahre 1790 in Angriff genommen. Kurfürst Karl Theodor von Bayern selbst unterstützte die Trockenlegung des größten bayerischen Moores ideell und finanziell. Innerhalb von lediglich zweieinhalb Jahren wurden die Entwässerungsarbeiten im wesentlichen vollendet. Bis zu

dieser Zeit waren 473 km Kanäle und Gräben gebaut. Bereits 1791 wurde mit der Errichtung von Kolonien begonnen. Die Kultivierung stand jedoch von Beginn an unter einem ungünstigen Stern. Die Bevölkerung der Umgebung pochte weiterhin auf ihre Weiderechte in den Moosgründen. Den angesiedelten Kolonisten wurde zu wenig Land zur Bewirtschaftung zugeteilt. Großgrundbesitzer siedelten auf ihren Moosflächen viele Familien an, deren zugeteilte Wirtschaftsflächen ebenfalls zu klein waren. Die aufkommenden sozialen Probleme und die große Armut der Moosbewohner wurden jedoch von der Obrigkeit ignoriert.

Wegen der Erfolglosigkeit der Moorkolonisierung erfolgten keine staatlichen Investitionen mehr und die Entwässerungsanlagen verfielen zusehends. Die Gräben und Kanäle, die Durchlässe, Brücken und Straßen wurden nicht mehr unterhalten, die Schutzdämme entlang des Hauptkanals teilweise veräußert oder durch Beweidung funktionsuntüchtig gemacht. Die Vernässung stieg rapide an und machte eine **zweite Donaumoosentwässerung** notwendig.

Im Jahre 1818 wurden umfangreiche Reparaturarbeiten und Verbesserungen im Entwässerungssystem veranlaßt. Staatlicher Besitz wurde an die Moosbewohner abgetreten, sodaß jeder Kolonist etwa 17 ha Grund bekommen sollte. Zur Neuansiedlung wurden nur Kolonisten zugelassen, die genügend Kapital mitbrachten, um einen eigenen landwirtschaftlichen Betrieb aufzubauen. Daneben mußten weitere Auflagen, u.a. zu Düngung und Fruchtfolge eingehalten werden. Um 1870 hatte das Zentralmoos ca. 4400 Einwohner. 80 % der Fläche wurden als Wiese und 20 % als Acker genutzt. Das Verhältnis Kartoffeln zu Getreide lag damals bei eins zu vier. In Jahren mit schlechter Ertragslage bot der Torfstich eine zusätzliche Einnahmequelle. Trotzdem gab es von der ersten Kolonisation her noch zahlreiche verarmte Siedler. Zu der schlechten Nutzbarkeit des Moorbodens (Unkrautdruck, Wechsel von Austrocknung und Überschwemmung) kamen immer wieder totale Ernteaussfälle durch Frost und Krankheiten in der Viehhaltung.

Der Beginn der **modernen Landwirtschaft** mit Einführung der mineralischen Düngung und der Bau von Eisenbahnlinien ermöglichten auch im Donaumoos eine Verbesserung der Situation gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Jedoch erlaubten die naturräumlich bedingten Nachteile zunächst noch immer keine sichere Existenz. Erst mit der Gründung der Landesmoorkulturanstalt in Karlshuld (später Königlich-Bayerische Moorkulturanstalt, heute Moorversuchsstation) wurde eine Entwicklung eingeleitet, die zu Lebensbedingungen für die Landwirte und ihre Familien im Moos führten, die mit denen benachbarter Erzeugungsgebiete vergleichbar waren. Es wurden Düngungs- und Sortenversuche in großem Umfang angestellt und Empfehlungen für die Fruchtfolgen gegeben. Im Jahre 1906 waren der Acker- und Wiesenanteil mit jeweils 43 % der Fläche bereits ausgeglichen. Bezüglich der Ackerfrüchte

dominierte weiterhin der Getreide- (Sommerroggen) und Kartoffelanbau. Die **Torfgewinnung** nahm durch günstige Transportverbindungen mit der Bahn und den hohen Bedarf der Industrie rasch zu. In den Folgejahren wurde der **Anbau von Pflanzkartoffeln** als am besten geeignete Feldfrucht unter den Boden- und Klimabedingungen des Naturraumes („Gesundlage“ → geringer Blattlausflug) stark gefördert. Das Donaumoos entwickelte sich in der Folgezeit zu einem bedeutsamen Anbaugbiet für Saatkartoffeln. Dieser Erwerbszweig brachte sichere Erträge bei relativ niedrigen Kosten.

4. Vegetation

Im Donaumoos war eine Vielfalt an Standorten gegeben, von sumpfigen und nassen Bereichen über feuchte Flächen verschiedener Nährstoffgehalte bis hin zu trockenen und mageren Standorten auf kiesig-sandigem Untergrund. Die ursprüngliche Vegetation ist leider nicht genauer festgehalten, war aber vermutlich vor allem von ausgedehnten Bruchwäldern, Weidengebüschen und Kalk-Flachmoorengesellschaften eingenommen. An Sonderstandorten waren kleinräumig Kleinseggenrieder und Großseggenbestände ausgebildet.

Heute werden lediglich 20% des Donaumooses von Grünland eingenommen, dies vor allem von überwiegend dreischürigen **Arrhenatheretum-, Poo-Trisetetum-, Angelico-Cirsietum und Sanguisorbo-Silaetum-Gesellschaften** (RUTHSATZ 1985). Das Grünland ist aufgrund seiner weitgehend einheitlichen Standorte durch Artenarmut und hohe Stetigkeit wenig differenzierender Grünlandarten gekennzeichnet. Die starke Einengung der Standorte auf den mittleren Bereich hat zur Folge, daß nur 2% der Arten als selten eingestuft werden können (RUTHSATZ 1985).

Heutzutage existieren im Donaumoos nur noch maximal 1% naturnähere Restflächen, gebildet von Feuchtwiesen sowie Fragmentgesellschaften der Seggenrieder, Streuwiesen und Röhrichte. Die Großseggenrieder sind in ehemaligen Torfstichen entstanden und gehen bei fehlender Mahd in verschilfte Bestände über oder verbuschen, meist mit *Salix cinerea* und *S. aurita*. Die äußerst seltenen Relikte von Pfeifengraswiesen, Kalkflachmooren und Kalkmagerasen sind sekundär in grundwassernahen Auskiesungen entstanden oder auch in ehemaligen Torfstichen. Teilweise sind auch die Grabenböschungen Zufluchtsorte seltenerer Arten (RUTHSATZ 1983, PFADENHAUER et al. 1991).

Mit Ausnahme von wenigen Fichten- oder Kiefernforsten, den Baumreihen entlang der Entwässerungskanäle sowie den Gehölzinseln auf Mineralboden fehlen heute ausgedehnte Gehölzbestände. Als **potentielle Waldgesellschaften** werden Erlenbruchwälder, Erlen-Eschenwälder und nasse Eichen-Hainbuchenwälder angegeben (SEIBERT 1968, RODI 1972).

Reste dieser Wälder sind nicht mehr vorhanden. Die Waldinseln auf Mineralboden sind mit geophytenreichen Eichen-Hainbuchenwäldern bestockt, in Teilbereichen sind auch noch Fragmentgesellschaften von Erlen-Eschenwäldern zu finden (PFADENHAUER et al. 1991).

5. Landwirtschaft

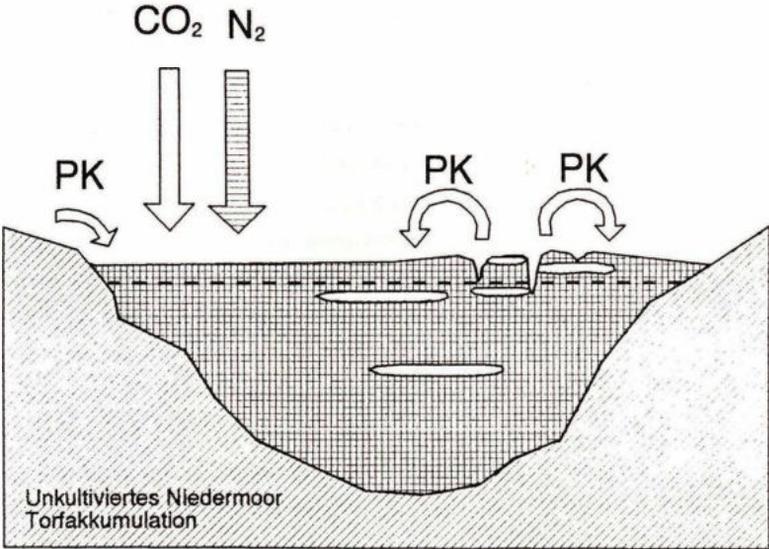
Heutzutage werden 90 % der Fläche des Donaumooses landwirtschaftlich genutzt (siehe Abb. 2). Die Hauptkulturarten sind Kartoffeln (57 % der Ackerfläche), Winterroggen (30 %) und Mais (10 %). Lediglich 20 % der Niedermoorfläche wird als Grünland genutzt, was die geringe Bedeutung der Tierhaltung im Donaumoos unterstreicht (bayernweiter Durchschnitt: 39 % Grünland). Knapp die Hälfte der über 1000 landwirtschaftlichen Betriebe werden im Nebenerwerb bewirtschaftet. Die durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt 15 ha pro Betrieb. Infolge unzureichender Fruchtfolge traten in der Vergangenheit immer wieder Probleme durch Nematodenbefall im Kartoffelanbau auf. Dadurch mußte die Saatkartoffelanbaufläche drastisch reduziert werden. Heutzutage ist dieses Problem durch verbesserte nematodenresistente Sorten wieder etwas in den Hintergrund gerückt. Der überwiegende Teil der Kartoffeln wird derzeit als Speise- oder Stärkekartoffeln vermarktet.

6. Ökologische Konsequenzen der intensiven Landnutzung in Niedermooren

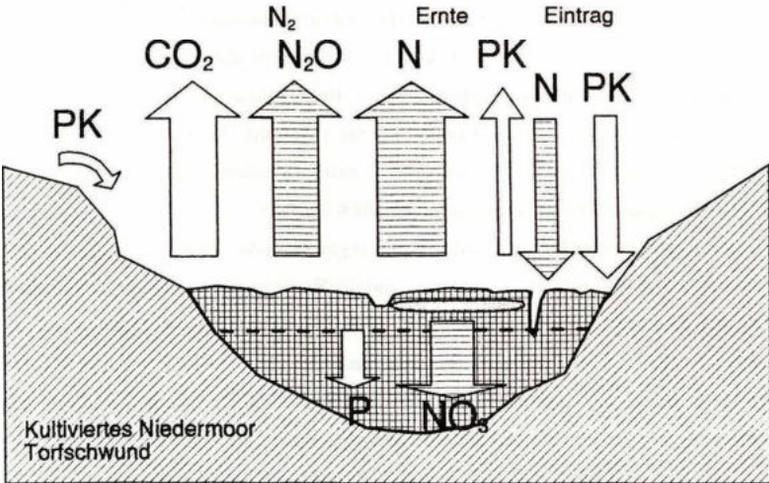
Moore im natürlichen nicht entwässerten Zustand kann man sich als **Senken für Nährstoffe** vorstellen. Das bedeutet, daß einem wachsenden Moor nur Nährstoffe und Wasser zugeführt werden. Der obere Teil der Abb. 2 soll diesen Zustand verdeutlichen.

Dieser über Jahrtausende gebildete Stoffpool gerät durch die Nutzung der Moore in Bewegung. Durch Grundwasserabsenkung und Bodenbearbeitung wird der Moorkörper durchlüftet. Bei der Erstentwässerung kommt es zur sog. Moorsackung und -schrumpfung. In der Folgezeit treten jedoch verstärkt mikrobielle Torfabbauprozesse, die sog. **Torfmineralisierung** in Erscheinung. Die ursprüngliche Senke Niedermoor wird damit zu einer **Quelle** für Nährstoffe, Wasser und gasförmige Verbindungen, die für andere Kompartimente des Ökosystems, z.B. Gewässer, aber auch für die Atmosphäre, zu einer Belastung werden können (Abb. 2, unterer Teil). Vor allem der durch die Torfmineralisierung bedingte Verlust des stickstoffreichen Torfes, der bei intensiver landwirtschaftlicher Nutzung in der Größenordnung von 0,5 bis 2 cm pro Jahr liegt, muß rechnerisch zu Stickstoffüberschüssen von stellenweise mehr als 1000 kg N pro ha und Jahr führen. Davon wird ein Teil als Nitrat in Grund- und Oberflächengewässer ausgetragen, ein Teil wird denitrifiziert und entweicht als atmosphärisches Schadgas N_2O (Lachgas) und als N_2 , ein Teil wird in die organische Substanz inkorporiert. Wie hoch insbesondere die belastenden Austräge von Nitrat und Lachgas sind,

Abb. 2: Nährstoffhaushalt von Niedermooren in Abhängigkeit von der Nutzung.



 $\hat{=}$ 100 kg N/ ha . a



kann derzeit nur grob geschätzt werden; vermutlich dürfte ihr Anteil jeweils höchstens ein Viertel des N-Überschusses ausmachen. Im übrigen ist auch mit erheblichen Phosphatverlusten und Kohlendioxid-Ausgasungen zu rechnen. Allein aus dem Donaumoos dürften beispielsweise rund 650000 Tonnen CO₂ pro Jahr freigesetzt werden. Verstärkt wird der oben dargestellte Niveauverlust durch **Winderosionsereignisse**. Besonders im Frühjahr nach längerer Trockenheit ist die Gefahr einer Windverfrachtung des staubfeinen trockenen Torfes auf Ackerflächen mit nicht geschlossenem Kulturpflanzenbestand sehr groß. In früheren Zeiten kam noch der Oberflächenverlust durch Torfstich dazu, sodaß man heute von einem mittleren Oberflächenverlust von rund 3 m seit der Kultivierung des Donaumooses auszugehen hat. Zwischen 1900 und 1976 beispielsweise nahm das Torfvolumen im Donaumoos um ein Drittel ab, was einem jährlichen Torfverlust von 1 Million m³ entspricht. Aufgrund der dargestellten Situation und des fast vollständigen Flächenbeschlages durch Landwirtschaft und Siedlungen sind naturbetonte Lebensräume im Donaumoos auf ein Minimumareal, man spricht von ca. 1 %, zusammengeschrumpft. Außer einigen Brutvorkommen des Großen Brachvogels ist das Donaumoos äußerst arm an moortypischen Arten und Lebensgemeinschaften; mit Feuchtezeigern angereicherte Wiesen nehmen nur knapp 3,2 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein.

7. Konzepte und aktuelle Lösungsvorschläge

In einem vom Lehrstuhl für Vegetationsökologie (damals Lehrgebiet Geobotanik) in den Jahren 1985 bis 1989 erstellten **Gesamtökologischen Gutachten** wurden aufgrund einer historischen Analyse und der oben dargestellten Istsituation Vorschläge zum biotischen und abiotischen Ressourcenschutz und für eine umweltverträgliche Agrarproduktion gemacht (Abb. 3). Bei der Erstellung der Konzeption für die zukünftige Entwicklung mußte berücksichtigt werden, daß über 10 000 Menschen im Donaumoos leben und die ca. 1000 landwirtschaftlichen Betriebe 90 % der Fläche bewirtschaften.

U.a. wurde vorgeschlagen bodenschonende Nutzungsweisen zu fördern, Vorranggebiete für Landwirtschaft und Naturschutz auszuweisen und die Retentionsfähigkeit zu stärken. Derzeit ackerbaulich genutzte Niedermoorböden mit einer Torfmächtigkeit von über 1 m, sollen innerhalb der nächsten 30 Jahre sukzessive in Dauergrünland umgewandelt werden. Es ist geplant, Teilflächen als Retentionsräume für Überschußwasser auszugestalten. In Gebieten mit heute noch besonders hoher Torfmächtigkeit sollen Moor-Renaturierungszonen geschaffen werden. Zum Schutz des Torfkörpers soll die sukzessive Herausnahme der landwirtschaftlichen Nutzung bis zu ihrer völligen Aufgabe innerhalb von 30 bis 40 Jahren verwirk-

licht werden. Danach sollen Maßnahmen zur Wiedervernässung durchgeführt werden (siehe Abb. 3).

Neben diesen Vorschlägen werden in letzter Zeit auch ungewöhnliche Strategien bei Renaturierungskonzepten in Niedermoorgebieten diskutiert. So könnte man sich durchaus vorstellen, daß degradierte Niedermoore als Entsorgungsräume für Nährstofffrachten aus Ballungsgebieten dienen könnten, sofern die örtliche Siedlungsstruktur dies zuließe. Daneben könnte der Anbau **nachwachsender Rohstoffe** eine andere Möglichkeit bieten, wiedervernässte Niedermoorflächen zu nutzen. Hier bietet sich im polytrophen Millieu Rohrkolben (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*) an. Die Pflanzen verfügen über eine hohe Stoffproduktion und ausgezeichnete Eigenschaften als Ausgangsprodukt für die Herstellung von Dämmstoffen. Neben der Rohstoffproduktion als nachhaltige Form der Landnutzung in Niedermooren, kann der Rohrkolbenanbau auf wiedervernässten Flächen noch weitere Vorteile bieten: Wasserretention in Zeiten hohen Wasserüberschusses, Kohlenstoff- und Stickstofffestlegung, Wasserreinigung, Beendigung des Torfschwundes.

Zur Zeit wird der Rohrkolbenanbau auf kleinen Versuchsflächen im Donaumoos getestet. Es ist geplant die Anbaufläche in den nächsten Jahren auszudehnen, um den Landwirten im Donaumoos eine Nutzungsalternative anzubieten.

8. Projektvorstellung

Das Projekt „Renaturierung Donaumoos“ ist ein E + E-Projekt des BMU mit einer Laufzeit von 1990-2000. Die wissenschaftliche Bearbeitung erfolgt über die TU München unter der Leitung von Prof.Dr. J. Pfadenhauer von Dipl.-Biol. A. Patzelt und Dipl. Ing. U. Wild (Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Freising-Weihenstephan). Der technische und investive Teil mit Flächenaufkauf und Durchführung der Maßnahmen, sowie die zoologische Begleitung des Projektes wird vom LBV (Landesbund für Vogelschutz) in Bayern e.V. übernommen. Von Zoologen des LBV werden jährlich Untersuchungen indikatorisch wichtiger Arten durchgeführt. Es werden folgende Tierartengruppen beobachtet: Vögel, Amphibien, Heuschrecken, Libellen, Tagfalter, Laufkäfer.

Ziele:

1. Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzflächen
2. Wiederherstellung eines naturnäheren Zustandes

Aufbau niedermoortypischer Lebensgemeinschaften mit niedrigem Nährstoffumsatz (Kleinseggenrieder, feuchte Magerwiesen, mesotrophe Großseggenrieder), sowie Aufbau

niedermoortypischer Lebensgemeinschaften mit höherem Nährstoffumsatz (eutrophe Großseggenrieder, Röhrichte, Weidengebüsche)

3. Erweiterung von Lebensräumen für gefährdete Arten der Niedermoore
4. Erhöhung der Retentionsfunktion für Wasser

Fragestellungen:

1. Inwiefern ist in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft die Wiederherstellung von niedermoortypischer Vegetation möglich? In welchem Maße ist dies für die von der Vegetation abhängigen Fauna möglich?
2. Können sich isolierte Flächen inmitten intensiv genutzter Landschaft durch Wiederbesiedlung aus Diasporenbank und Diasporenniederschlag eigenständig regenerieren? Oder ist eine Renaturierung nur durch gezieltes Einbringen von Arten möglich?
3. Welche technischen und biologischen Verfahren (Oberflächengestaltung, Ausbringung von Mähgut, Ansaat, Pflanzung, ungestörte Sukzession) sind geeignet, um die Entwicklungsziele zu erreichen?
4. Welche Strategien müssen die zur Wiederbesiedlung geeigneten Pflanzenarten aufweisen?
5. Wie können diese Verfahren für den Naturschutz angewendet werden?

Ergebnisse:

I. Vegetationsentwicklung (U. Wild, A. Patzelt)

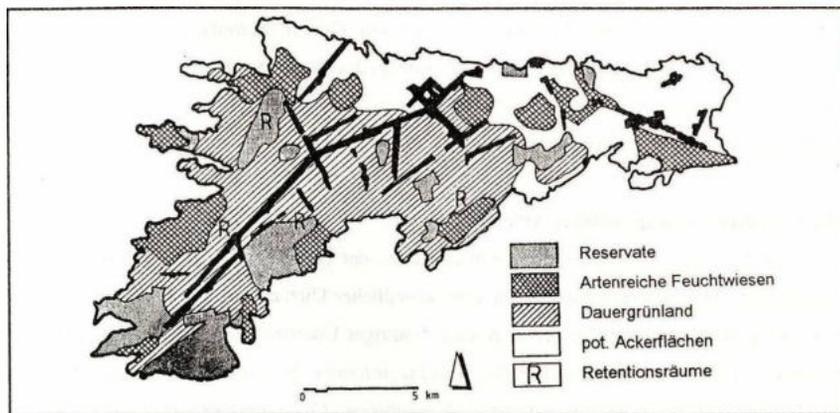
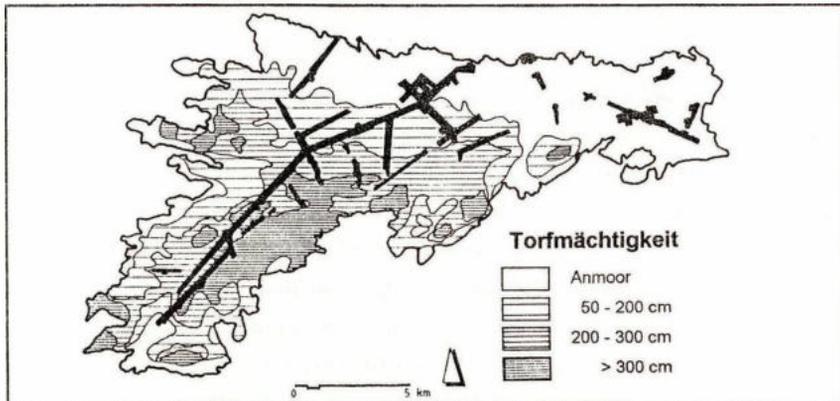
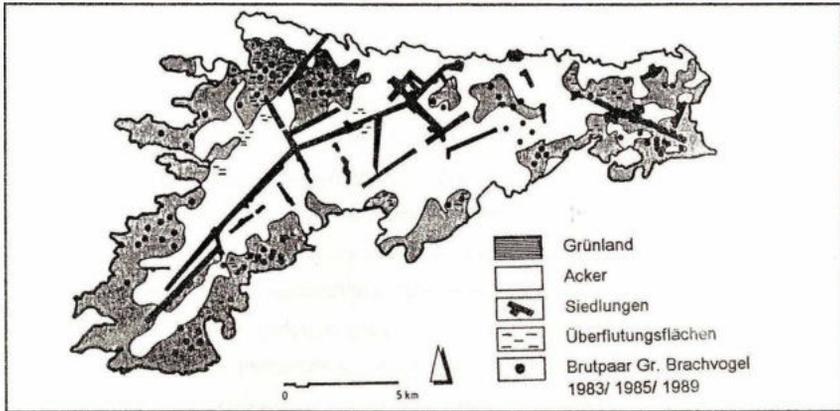
Auf Flächen mit Oberbodenabtrag finden sich je nach der Abtragtiefe unterschiedliche Bestände ein. Auf dem Abtrag mit 20 cm (Tab. 1) dominieren Arten der Molinio-Arrhenatheretea, Niedermoorarten treten in den letzten beiden Jahren durch Einwanderung aus den Anpflanz- und Mähgutflächen verstärkt hinzu.

Auf den tiefer liegenden Flächen mit 40 und 60 cm Abtrag (Tab. 2 + 3) siedeln sich auf den zeitweise überstauten Böden durch *Rorippa palustris*, *Polygonum lapathifolium*, *Juncus articulatus* gekennzeichnete Pionierunkrautstadien staunasser Böden an, die später teilweise von *Agrostis stolonifera*-dominierten Flutrasen überwachsen werden. Phragmitetea- und Bidentetea- Arten nehmen zu, während Molinio-Arrhenatheretea-Arten immer weiter zurückgehen. Auf der Abtragtiefe von 80 cm bestimmen neben *Juncus articulatus* und *Agrostis stolonifera* Röhrichtarten die Vegetation (Tab. 4).

II. Diasporenbank (A. Patzelt)

Die Diasporenbank weist auf den untersuchten Standorten sehr unterschiedlich hohe Werte auf (0-20 cm Bodentiefe): Ackerbrache 213000 Diasporen m⁻², Grünlandbrache 19900

Abb.3: Entwicklungskonzept "Ökologisches Gutachten Donaumoos"



Diasporen m^{-2} , extensives Feuchtgrünland 60000 Diasporen m^{-2} , Oberbodenabtragsflächen 650-10000 Diasporen m^{-2} .

Typische Arten von Feuchtgrünland und Niedermooren fehlen fast völlig, die Artenzusammensetzung wird von vor allem Pionier- und Störzeigern (*Juncus bufonius*, *J. articulatus*, *Rorippa palustris*, *Plantago intermedia*), Flutrasen-Arten (*Agrostis stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*), Arten des Wirtschaftsgrünlandes (*Poa pratensis*) und von Ackerarten (*Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*) bestimmt. Mit ca. 25% des gesamten Diasporenreservoirs ist auch in 10-20 cm Tiefe ist noch ein erheblicher Anteil an Diasporen vorhanden.

Die Anzahl der noch vorhandenen Diasporen von Feuchtgrünland ist zu gering, um als Potential für eine mögliche Wiederbesiedlung zur Verfügung zu stehen. Somit kann die Diasporenbank keinen Beitrag für die (Wieder-)Ansiedlung der gewünschten Arten leisten. Die Untersuchung des Diasporenniederschlages erwies, daß durch Fernausbreitung ebenfalls keine Zuwanderung gewünschter Arten stattfindet.

III. Aufbringung von Mähgut (A. Patzelt)

Auf Flächen mit Oberbodenabtrag von verschiedener Tiefe wurde 1991 und 1992 Mähgut von im Naturraum liegenden Streuwiesen-Restflächen in einer Dicke von ca. 10 cm aufgebracht. Innerhalb von 4 Jahren konnten sich über 40 Arten der Streuwiesen und Niedermoore etablieren, viele schon im ersten Jahr mit Reproduktionserfolg: z.B. *Molinia caerulea*, *Succisa pratensis*, *Primula farinosa*, *Selinum carvifolia*, *Gentiana pneumonanthe*, *Galium boreale*, *Galium verum*, *Galium uliginosum*, *Galium palustre*, *Epipactis palustris*, *Dactylorhiza incarnata*, *Inula salicina*, *Allium suaveolens*, *Viola persicifolia*, *Carex*-Arten. Die Deckung auf Dauerbeobachtungsflächen stieg auf ca. 50%, *Molinia* und *Succisa* gelangen zur Dominanz. Mit dem Mähgut fand ein Transport von Eiern der Großen Sumpfschrecke (*Mecostethus grossus* RL BRD 3, RL Bayern 3) statt. Die Sumpfschrecke ist auf Feuchtgebiete beschränkt und als Charakterart von Niedermoorlebensräumen anzusehen, vermag aber offenbar auch Sekundärlebensräume zu besiedeln.

IV. Anpflanzung ausgewählter Arten (A. Patzelt)

1991 wurden über 3500 Individuen von 25 Arten der Niedermoore und Seggenrieder aus autochtonem Material vermehrt und in unterschiedlicher Dichte (=Pflanzen/ m^2) ausgebracht. Von den gepflanzten Arten zeigen sich nach 4-jähriger Untersuchungsdauer einige Arten als besonders erfolgreich: *Molinia caerulea*, *Succisa pratensis*, *Betonica officinalis*, *Carex flava* im Hinblick vor allem auf die generative Vermehrung, *Carex acutiformis*, *C. vesicaria*, *C.*

gracilis durch vegetative Ausbreitung. Ein Vergleich mit den erfolgreichen Arten der Mähgutaufbringung zeigt, daß mit wenigen Ausnahmen (z.B. *Gentiana pneumonanthe*, *Carex flava*) sich die gleichen Arten erfolgreich etablieren und ausbreiten können.

Literatur

- PFADENHAUER J. (1994): Renaturierung von Niedermooren - Ziele, Probleme, Lösungsansätze. - In: BÖCKER R. & KOHLER A., Feuchtgebiete - Gefährdung, Schutz, Renaturierung, S. 57-73.
- PFADENHAUER J., KRÜGER G.-M & MUHR E. (1991): Ökologisches Gutachten Donaumoo - Konzept zur künftigen Landschaftsentwicklung. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 109, 71 S.
- RODI (1972): Feuchte Eichen-Hainbuchenwälder der Donau-Niederterrasse zwischen Neuburg und Ingolstadt und der Ilm-Niederterrasse bei Geisenfeld und ihre Ersatzgesellschaften. - Ber.Naturf.Ges.Augsburg 27: 67-86.
- RUTHSATZ B. (1983): Kleinstrukturen im Raum Ingolstadt: Schutz- und Zeigerwert Teil I: Hochstaudenfluren an Entwässerungsgräben. - Tuexenia 3, 365-388.
- RUTHSATZ B. (1985): Die Pflanzengesellschaften im Raum Ingolstadt und ihre Verarmung durch sich wandelnde landwirtschaftliche Nutzung. - Tuexenia 5, 273-289.
- SCHUCH M. (1994): Das Donaumoos bei Neuburg a.D. - Entstehung, Entwässerung, Besiedlung, Kultivierung und Zukunftsaspekte. - In: KONOLD W.: Historische Wasserwirtschaft im Alpenraum und an der Donau.
- SEIBERT P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500000 mit Erläuterungen.- Schriftenreihe f. Vegetationskunde, S. 336-346.

Tab.1

Abtrag 20 cm	Jahr	1991	1992	1993	1994	1995	
	Deckung (%)	15	45	55	65	60	
	Artenzahl	16	33	31	27	30	
Pionierarten	<i>Juncus articulatus</i>	-	IV 1a-1b	IV 1a-1b	IV 1a-1b	IV +-1b	
	<i>Juncus bufonius</i>	IV +-1a	+	.	.	.	
	<i>Cyperus flavescens</i>	+	.	.	.	.
	<i>Sagina procumbens</i>	-	-	.	.	+	
Niedermoorgesellschaften	<i>Carex flava</i> agg.	II +	+	II +-1a	IV 1a	III 1a-1b	
	<i>Carex panicea</i>	.	I +-1a	I 1a-1b	I 2a	I 2a	
	<i>Thalictrum flavum</i>	.	.	.	+ 1b	+ 1b	
	<i>Galium uliginosum</i>	.	.	.	+ 1a	+ 1a	
	<i>Succisa pratensis</i>	.	.	.	.	+ 1a
	<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	I 1a-1b
		
Röhrichte und Großseggen Sümpfe	<i>Glyceria fluitans</i>	II +	.	.	.	.
	<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	+ 1a	.	
Zweizahngesellschaften	<i>Polygonum lapathifolium</i>	IV 1a-2a	IV +-1a	III +-1a	.	.	
	<i>Rorippa palustris</i>	.	II +	.	+ 1a	.	
Flut- und Trittrasen	<i>Agrostis stolonifera</i>	III 1b-2a	III 2a-2b	IV 1b-3	IV 1b-2b	IV 1b-2b	
	<i>Carex hirta</i>	.	II +-1a	II +	III 1a-1b	IV 1a-1b	
	<i>Potentilla anserina</i>	.	+ 1a	+ 1a	+ 2b	I 1a-2a	
	<i>Plantago intermedia</i>	.	.	II 1b	III 1b	I +-1a	
	<i>Plantago major</i>	I +	III 1a-1b	.	.	.	
	<i>Poa annua</i>	.	+	.	.	.	
Wirtschaftsgrünland	<i>Trifolium repens</i>	III +	IV 1a-1b	IV +-1b	IV 1a-1b	III 1a-1b	
	<i>Poa pratensis</i>	.	III 1a	IV 1a-2b	IV 1a-2a	IV 1a-2a	
	<i>Phleum pratense</i>	.	I 1a-1b	III 1a-2a	IV 11a-21a	III +-1b	
	<i>Holcus lanatus</i>	.	+ 1a	III 1a-2a	IV 1b-2a	IV 1b-2a	
	<i>Cerastium holosteoides</i>	.	I +	IV +-1a	I +	IV +-1a	
	<i>Festuca pratensis</i>	.	+ 1a	.	.	II +-1b	
	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	I +	III +-1b	II 1a-1b	
	<i>Ajuga reptans</i>	.	.	+ 1b	I 1b-2a	II 1b-2a	
	<i>Alopecurus pratensis</i>	III +-1a	I 1a	.	.	.	
	<i>Achillea millefolium</i>	.	.	+	.	+ 1a	
	<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	I +-1a
	<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	+ 1a
	Ackerunkrautgesellschaften	<i>Mentha arvensis</i>	.	.	III +-1a	IV 1a-1b	III 1a-2a
		<i>Sonchus asper/arvensis</i>	.	.	II +	I +-1a	I +
		<i>Echinochloa crus-galli</i>	III +	III +-1a	.	.	.
		<i>Galinsoga ciliata</i>	+
<i>Polygonum persicaria</i>		.	II +-1a	.	.	.	
<i>Sonchus oleraceus</i>		.	+	.	.	.	
<i>Polygonum convolvulus</i>		.	.	I +	.	.	
<i>Conyza canadensis</i>		.	.	I +	.	.	
<i>Ranunculus repens</i>		IV +-2a	IV 1b-2b	IV 1a-2a	IV 1a-2a	IV +-1b	
<i>Taraxacum officinale</i>		II +	III 1a-1b	IV 1b-2a	IV 1a-1b	II +-1a	
Begleiter	<i>Symphytum officinale</i>	II +	III 1a-2a	III 1a-2a	III 1a-2a	II 1a-1b	
	<i>Lythrum salicaria</i>	+	I +-1a	I 1a-1b	II 1b	IV +-1b	
	<i>Elymus repens</i>	+ 1a	I 1a	III +-2a	IV 1b-2a	I +-1a	
	<i>Cirsium arvense</i>	.	IV 1a	IV 1a-2a	IV 1b-2a	IV 1a-2a	
	<i>Polygonum aviculare</i>	III +	I +	IV +	.	.	
	<i>Poa trivialis</i>	.	II +-1a	+	.	.	
	<i>Myosoton aquaticum</i>	.	+	+	.	.	
	<i>Cirsium vulgare</i>	.	+	.	+ 1a	.	
	<i>Rumex obtusifolius</i>	+	.	.	.	.
	<i>Lolium multiflorum</i>	.	I +	.	.	.	
	<i>Epilobium tetragonum</i>	.	+	.	.	.	
	<i>Epilobium ciliatum</i>	.	.	+	.	.	

Tab2:

Abtrag 40 cm	Jahr Deckung (%) Artenzahl	91	92	93	94	95	
		3 9	20 19	30 26	35 30	35 34	
Pionierarten	<i>Juncus articulatus</i>	III ⁺	IV ^{1a}	IV ^{1b}	III ^{1b-2a}	III ^{1b}	
	<i>Juncus bufonius</i>	.	+	.	.	.	
Niedermoorgesellschaften	<i>Carex flava</i> agg.	.	.	.	I ^{1a}	II ^{++1a}	
	<i>Succisa pratensis</i>	.	.	.	+	I ^{1a-1b}	
	<i>Thalictrum flavum</i>	.	.	.	.	I ^{++1a}
	<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	+^{1a}
	<i>Dactylophiza incarnata</i>	.	.	.	.	+
	<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	+^{1a}
Röhrichte und Großseggenümpfe	<i>Epilobium hirsutum</i>	.	+	.	I ^{1a}	+	
	<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	I ⁺	IV ^{++1b}	
	<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	+ ^{1a}	I ^{++1a}	
	<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	+	I ^{1a}	
Zweizahngesellschaften	<i>Polygonum lapathifolium</i>	III ⁺	IV ^{1b-2a}	IV ^{1a-1b}	IV ^{++1a}	I ⁺	
	<i>Rorippa palustris</i>	IV ^{++1b}	II ^{++1a}	III ^{1a}	+	+	
	<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	IV ^{++1b}	.	
Flut- und Tritrasen	<i>Agrostis stolonifera</i>	IV ⁺	II ^{1a-2b}	IV ^{1a-3}	IV ^{2a-3}	IV ^{1b-3}	
	<i>Carex hirta</i>	++	I ^{++1b}	I ^{++1b}	I ^{1a-2a}	II ^{++1a}	
	<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	III ^{1b-2a}	IV ^{1a-2b}	II ^{1b}	II ⁺	
	<i>Plantago intermedia</i>	.	.	I ⁺	II ^{++1b}	I ⁺	
Wirtschaftsgrünland	<i>Plantago major</i>	.	I ⁺	.	.	.	
	<i>Poa pratensis</i>	.	++	+	II ^{++1a}	IV ^{++1a}	
	<i>Trifolium repens</i>	.	.	I ⁺	+ ^{1a}	I ⁺	
	<i>Phleum pratense</i>	.	.	+	I ^{1a}	+	
	<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	I ^{1a}	.	II ⁺	
	<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	+ ^{1a}	.	
	<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	IV ^{++1b}
	<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	+
	Ackerunkrautgesellschaften	<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	II ^{++1a}	II ⁺	IV ^{++1a}	.
		<i>Coryza canadensis</i>	.	.	III ^{++1a}	+	+
<i>Sonchus asper/arvensis</i>		.	.	II ⁺	IV ^{++1b}	IV ^{++1b}	
<i>Mentha arvensis</i>		.	.	.	+	III ^{++1a}	
<i>Sonchus oleraceus</i>		.	++	.	.	.	
<i>Polygonum persicaria</i>		.	.	IV ^{1a}	.	.	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		.	.	+	.	.	
Ruderalgesellschaften		<i>Tussilago farfara</i>	.	I ⁺	.	.	.
	<i>Melandrium album</i>	.	.	.	+	.	
Gebölze	<i>Salix purpurea</i>	.	.	+	+ ^{1b}	I ^{++1b}	
	<i>Picea abies</i>	.	+	+	.	.	
Begleiter	<i>Ranunculus repens</i>	+	II ⁺	II ^{++1b}	III ^{++1b}	II ^{++1b}	
	<i>Cirsium arvense</i>	III ⁺	IV ^{++1a}	III ^{++1b}	III ^{1a-1b}	II ^{++1b}	
	<i>Polygonum aviculare</i>	+	I ^{++1a}	III ^{++1a}	.	+	
	<i>Taraxacum officinale</i>	.	III ⁺	IV ^{1a-2a}	IV ^{1b}	IV ^{1a-1b}	
	<i>Lythrum salicaria</i>	.	++	+ ^{1a}	IV ^{1a-1b}	IV ^{1b}	
	<i>Epilobium ciliatum</i>	.	.	IV ^{++1a}	I ^{1a}	.	
	<i>Elymus repens</i>	.	.	.	+ ^{1a}	+ ^{1a}	
	<i>Poa trivialis</i>	++	.	.	.	.
	<i>Myosoton aquaticum</i>	.	.	+	.	.	
	<i>Sinapis arvensis</i>	.	.	I ^{++1a}	.	.	
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	II ^{++1a}

Tab. 3

Abtrag 60 cm	Jahr Deckung (%) Artenzahl	1992	1993	1994	1995
		2	4	5	10
		12	20	22	22
Pionierarten	<i>Veronica anagalloides</i>	+ ^{1a}	I ⁺	I ^{1a}	.
	<i>Juncus bufonius</i>	II ⁺	II ⁺	.	II ⁺
	<i>Juncus articulatus</i>	.	III ^{+1a}	IV ^{+1b}	IV ^{+2a}
	<i>Sagina procumbens</i>	.	+ ⁺	.	.
Niedermoorgesellschaften	<i>Galium palustre</i>	.	.	+ ⁺	III ⁺
	<i>Teucrium scordium</i>	.	.	.	II ⁺
Flut- und Trittrasen	<i>Alopecurus geniculatus</i>	+ ⁺	III ^{+1b}	I ^{+1a}	+ ^{1b}
	<i>Agrostis stolonifera</i>	+ ^{1a}	I ⁺	II ⁺	II ⁺
	<i>Plantago intermedia</i>	.	III ^{+1a}	IV ^{+1a}	IV ⁺
Röhrichte und Großseggensümpfe	<i>Typha latifolia</i>	.	.	II ⁺	+ ⁺
	<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	I ^{1a}	I ^{1a-1b}
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	+ ⁺	II ⁺
	<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	+ ⁺	.
	<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	I ^{+1a}
Zweizahngesellschaften	<i>Polygonum lapathifolium</i>	IV ^{+1a}	IV ^{1a}	IV ⁺	.
	<i>Rorippa palustris</i>	II ⁺	III ⁺	III ⁺	.
	<i>Bidens tripartita</i>	.	.	+ ⁺	II ^{+1a}
	<i>Veronica catenata</i>	.	.	+ ⁺	+ ⁺
	<i>Atriplex hastata</i>	.	+ ⁺	.	.
Ackerunkrautgesellschaften	<i>Echinochloa crus-galli</i>	I ⁺	III ^{+1a}	III ⁺	IV ⁺
	<i>Sonchus asper/arvensis</i>	.	+ ⁺	+ ⁺	.
	<i>Mentha arvensis</i>	.	+ ⁺	.	+ ⁺
Gehölze	<i>Salix alba</i>	.	+ ⁺	+ ^{1a}	IV ⁺
	<i>Picea abies</i>	I ⁺	I ⁺	.	.
Begleiter	<i>Taraxacum officinale</i>	IV ^{+1a}	III ⁺	IV ⁺	+ ⁺
	<i>Ranunculus repens</i>	+ ⁺	I ⁺	IV ⁺	I ⁺
	<i>Cirsium arvense</i>	III ⁺	I ⁺	I ⁺	.
	<i>Polygonum aviculare</i>	+ ⁺	+ ⁺	.	.
	<i>Trifolium repens</i>	.	+ ⁺	.	+ ⁺
	<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	III ⁺	I ⁺
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	+ ⁺	I ⁺
	<i>Myosoton aquaticum</i>	.	I ⁺	.	.
	<i>Veronica arvensis</i>	.	.	+ ⁺	.
	<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	+ ⁺

Tab. 4

Abtrag 80 cm	Jahr	1992	1993	1994	1995
	Deckung (%)	60	80	95	90
	Artenzahl	8	9	10	10
Pionierarten	<i>Juncus articulatus</i>	IV	IV	IV	IV
	<i>Ranunculus flammula</i>	.	+ 1a	+ 1a	+ 1a
	<i>Juncus bufonius</i>	II ^{+1a}	.	.	.
Niedermoorgesellschaften	<i>Carex flava</i> agg.	.	.	+ 1a	.
Röhrichte und Großseggenrieder	<i>Typha latifolia</i>	+ 2a	I ^{+1b}	I 1b-2a	III ^{+2a}
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+ 2a	III ^{+1b}	IV 1a-2a	III 1b
	<i>Glyceria fluitans</i>	+ 2b	.	+ 2a	I 1a-2a
	<i>Epilobium hirsutum</i>	.	I ^{+1a}	+ 1a	.
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	+ *	.	+ *
	<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	+ 1a
Flut- und Trittrasen	<i>Agrostis stolonifera</i>	.	III 1a-2a	II 1a-1b	IV ^{+1b}
	<i>Alopecurus geniculatus</i>	+ *	.	.	.
Zweizahngesellschaften	<i>Polygonum lapathifolium</i>	+ *	.	.	.
	<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	.	+ *
Begleiter	<i>Ranunculus repens</i>	.	III ^{+1a}	+ 1a	I ⁺
	<i>Rumex acetosa</i>	+ *	.	.	.
	<i>Taraxacum officinale</i>	.	IV ^{+1a}	.	.
	<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	+ 1a	.

Exkursion G (2. Teil): Die Donauniederung zwischen Neuburg und Ingolstadt: Sequenz der Auenvegetation

*Prof. Dr. Dr. Annette Otte, Prof. Dr. Paul Seibert, Dr. Norbert Hölzel**

1. Einführung

Das Exkursionsgebiet liegt in der holozänen Talau der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt in einer Höhenlage von ca. 370 m ü. NN. Naturräumlich markiert die Donauniederung die Nahtstelle zwischen dem südlich angrenzenden Tertiär-Hügelland mit dem Donaumoos und dem nördlich angrenzenden südlichen Frankenjura (vgl. Abb 2). Einen guten Überblick über das nördlich der Donau auf dem Gebiet der Gemeinde Gerolfingen gelegene nähere Exkursionsgebiet gewinnt man vom „Hohenlohe“ einem weit nach Süden ragenden, von tertiären Sanden und Löß überdeckten Malm-Jurasporn, der den Ausgangspunkt der Exkursion bildet (Abb. 3: Exkursionspunkt 1).

2. Klima

Mit einer mittleren Jahrestemperatur von 8,3°C und einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 670 mm gehört die Donauniederung (Station Ingolstadt) zu den wärmsten und trockensten Gegenden Südbayerns (Abb. 1). Anhand einer mittleren Jahresamplitude der Lufttemperatur von rund 20 K sowie durchschnittlich 30 Eistagen (Dauerfrost) und 39 Sommertagen (Maximum > 25°C) machen sich in thermischer Hinsicht deutlich subkontinentale Klimazüge bemerkbar. Rund zwei Drittel der Niederschläge fallen innerhalb der durchschnittlich 156 Tage währenden Vegetationsperiode im Sommerhalbjahr.

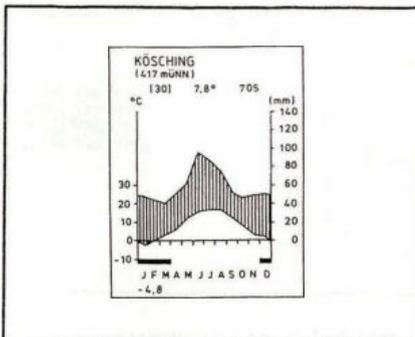


Abb. 1: Klimadiagramm der Station Kösching nordwestlich des Exkursionsgebietes.

*) Text Dr. N. Hölzel

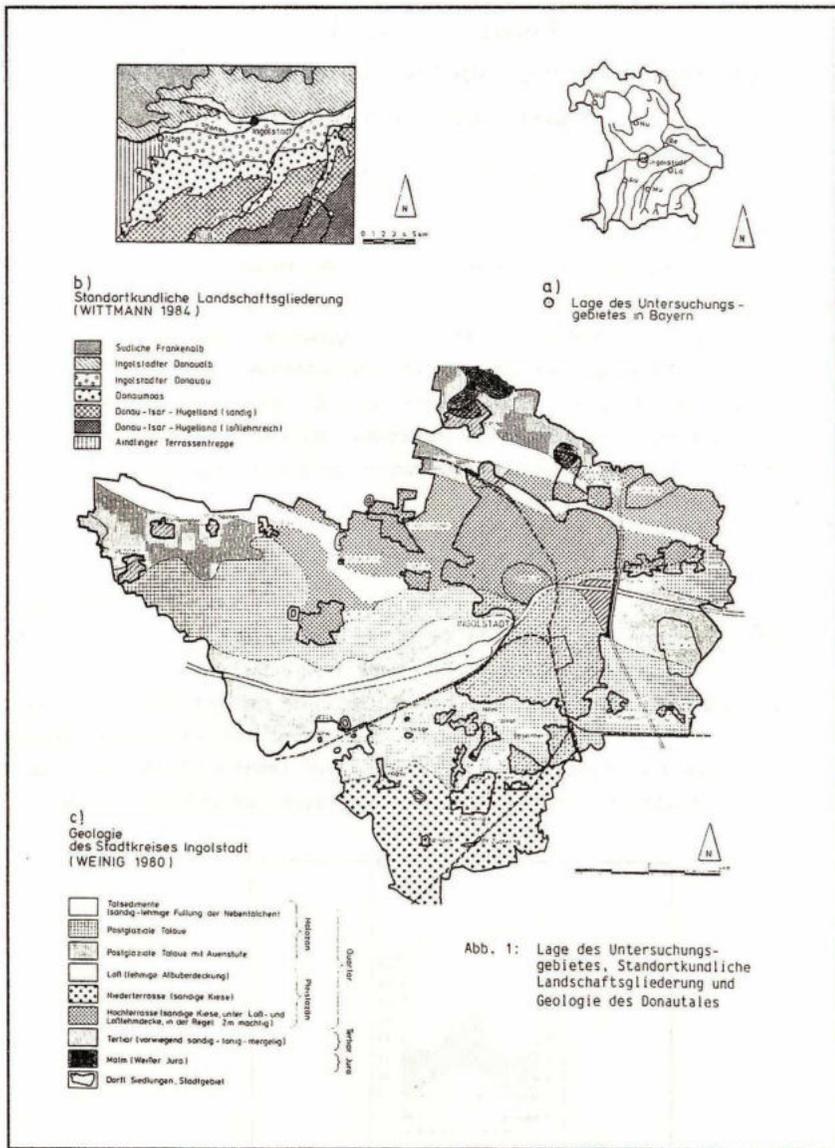


Abb. 2: Naturräumliche Lage und Gliederung des Exkursionsgebietes (OTTE & LUDWIG 1987).

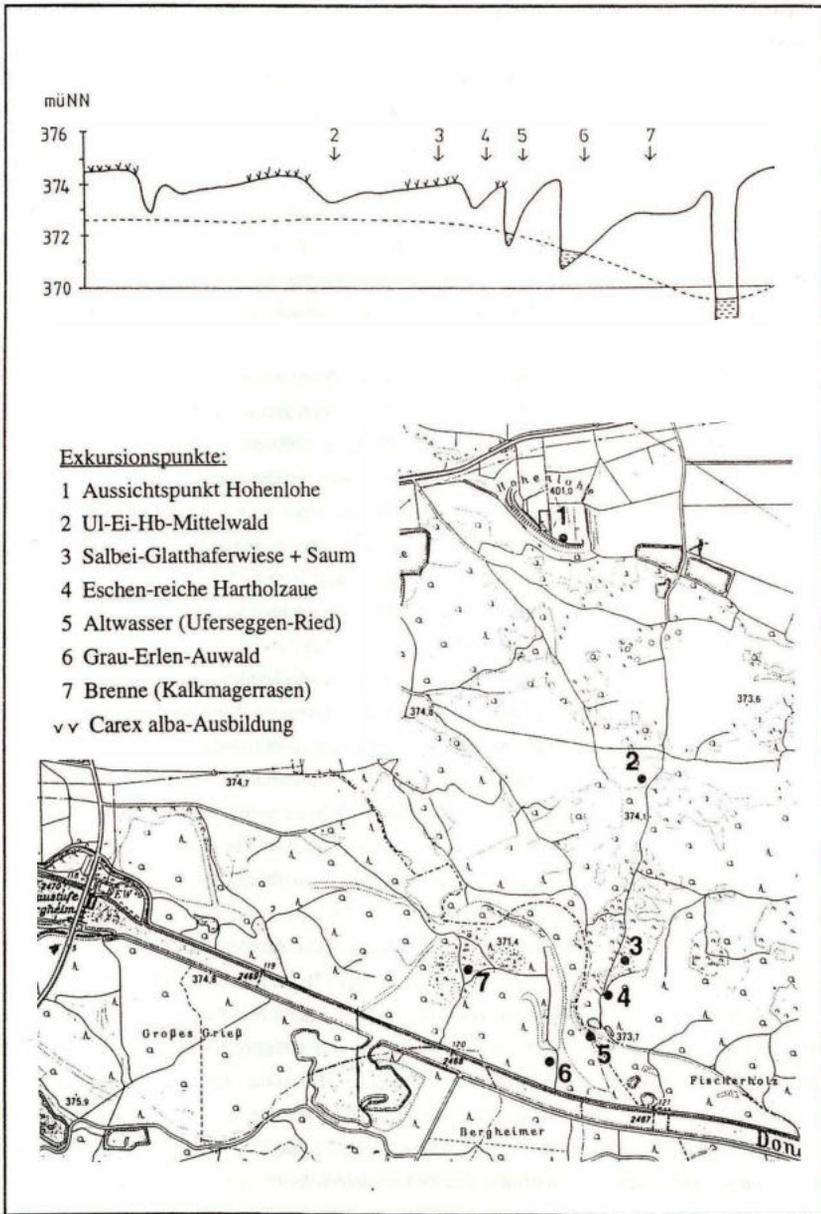


Abb. 3: Exkursionsroute mit halbschematischem Schnitt durch das Exkursionsgebiet.

3. Hydrologie und Flußmorphologie der Donau und ihre Veränderung durch den Menschen

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts war die Donau ein weitgehend ungebändigter Wildfluß mit zahlreichen in der Talauë umherpendelnden, teilweise verzweigten Mäandern, zwischen denen sich in ständiger Umformung begriffene Kiesbänke und Flußinseln erstreckten (vgl. z. B. KIENER 1984). Hochwasserstände traten vor allem im Frühsommer (Mai/Juni) auf, wenn Schneeschmelze und Sommermaximum der Niederschläge im alpinen Einzugsgebiet einander überlagern (pluvio-nivales Abflußregime). Durch das fast alljährliche frühsommerliche Abflußmaximum und die ausgeprägte Morphodynamik entzogen sich die Auen weitgehend der ackerbaulichen Nutzung; deshalb blieben bis heute vergleichsweise großflächige Auwälder erhalten.

Entscheidende Eingriffe in die natürliche Dynamik des Flusses erfolgten zwischen 1826 und 1873, als man nach Vorbild des TULLA'schen Oberrheinausbau zahlreiche Mäander durchstieß und die Donau in ihr heutiges, weitgehend geradliniges Bett zwang. Reste dieser abgetrennten Mäander sind bis heute als Altwässer erhalten geblieben.

Mit dem Ausbau des Lech ab ca. 1920 verlor die Donau ihre wichtigste Geschiebequelle. Die Folge des daraus resultierenden Geschiebedefizits war eine massive Tendenz der Donau zur Eintiefung mit durchschnittlich 1,4 cm pro Jahr seit 1880. Dieser Sohleneintiefung versuchte man mit dem Bau von vier Staustufen zwischen der Lechmündung (Rain a. Lech) und Ingolstadt zu begegnen. Der Bau dieser Flußtauseen (rebaut zwischen 1965 und 1971) führte durch Errichtung von flußparallelen Dämmen zu einer weitgehenden Entkoppelung von Fluß und Aue. Wichtige Charakteristika der auenspezifischen Dynamik wie Überflutung, Standort- und Vegetationsdynamik infolge Abtrag und Sedimentation sowie Organismenaustausch zwischen Fluß und Aue sind seither fast vollständig verlorengegangen. Die Wasserstandsdynamik in der Donauaue beschränkt sich heute weitgehend auf Schwankungen des Grundwasserspiegels sowie zeitweise in Depressionen aufstoßendes Qualm- und Druckwasser (KIENER 1984). Die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt unterliegen dementsprechend heute einer fast rein terrestrischen Dynamik und können nach ökologisch-funktionalen Gesichtspunkten nur noch als reliktsche oder fossile Auen bezeichnet werden (vgl. DISTER 1985). Die stromfernen, höhergelegenen Bereiche der holozänen Aue wurden wohl bereits in der Vergangenheit nur noch sehr unregelmäßig und kurzfristig von der Donau überflutet, was vor allem anhand des Vorkommens von Gehölzen wie Winter-Linde (*Tilia cordata*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Hasel (*Corylus avellana*) und Kornelkirsche (*Cornus mas*) zum Ausdruck kommt, die sich im Gegensatz etwa zu Feld-Ulme (*Ulmus minor*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) nur durch eine sehr geringe Überflutungstoleranz auszeichnen (vgl. DISTER 1983). Die höhergelegene Altaue ist von der jüngsten, noch bis in dieses Jahrhundert regelmäßig überfluteten untersten, donau nahen Auenstufe oft durch eine markante Geländekante getrennt (vgl. Abb. 2 u. 3).

4. Böden

Prägend für die Standorte in der Donauaue ist der hohe Karbonatgehalt des Ausgangssubstrats infolge des bedeutenden kalkalpinen Einzugsgebiets der Donau sowie die vergleichsweise geringe Zeit, die zur Bodenentwicklung zur Verfügung stand. Zugleich sorgen das bewegte Auenmikrorelief und die innerhalb der Aue sedimentationsbedingt sehr heterogenen Substratbedingungen für eine deutliche Standortsdifferenzierung, insbesondere hinsichtlich des Wasserhaushalts (vgl. SEIBERT 1971, KIENER 1984).

Im Bereich der hochaufgeschütteten Innenböden ehemaliger Donaumäander mit nur geringmächtiger sandig-schluffiger Überlagerung des kiesigen Untergrundes finden sich die trockensten und höchstgelegenen Standorte innerhalb der Aue, die man in Südbayern als „Brennen“ bezeichnet. Sie bilden die typischen Standorte für Kalkmagerrasen (Mesobromion) und Trockenkiefernwälder (Erico-Pinion). Besonders feuchte Standorte finden sich hingegen im Bereich ehemaliger Mäanderbetten mit hoch anstehendem Grundwasser und /oder schluffig-toniger Bodenart. Überlagert werden diese primär substrat- und reliefbedingten Standortunterschiede durch pedogenetische Alterungsprozesse, die vor allem anhand des Grades der Verlehmung und Verbraunung sowie der Humusakkumulation zum Ausdruck kommen. Mit zunehmender Entfernung von der Donau nimmt der Reifegrad der Böden normalerweise deutlich zu. Das Ausgangssubstrat der Bodenentwicklung bilden durchweg (jung-)holozäne Auensedimente schluffig-sandiger Bodenart, die sich durch einen sehr hohen Karbonatgehalt von oft über 70 % auszeichnen.

Als großflächig dominierende Leitböden findet man im Exkursionsgebiet Kalkpaternien (Auen-Pararendzinen), die je nach Grad der Verlehmung und Verbraunung weiter differenziert werden können in graue, braun-graue und grau-braune Kalkpaternien, wobei Verbraunungs- und Verlehmungsgrad sowohl pedogenetisch als sedimentativ bedingt sein können (vgl. SEIBERT 1971). Die Kalkpaternien zeichnen sich infolge des besonders kalkreichen Ausgangssubstrats bis in den Oberboden durch sehr hohe pH-Werte ($> \text{pH } 7$) und ein Überangebot an Ca^{2+} und Mg^{2+} in der Bodenlösung aus, wodurch insbesondere auf jungen, noch humusärmern und wenig verlehnten Kalk-Paternien und bei ungünstigen Mineralisationsbedingungen infolge standörtlicher Trockenheit mit deutlichen Engpässen bei der Versorgung mit K sowie insbesondere mit P, Mn und Fe zu rechnen ist (vgl. REHFUESS 1990). Hierauf deuten u. a. deutliche Eisenmangelchlorosen an Arten der Baum- und Krautschicht hin. Die vergleichsweise schlechte Versorgung mit P kommt u. a. auch darin zum Ausdruck, daß die in Flußauen ansonsten oft so commune Brennessel (*Urtica dioica*) als ausgesprochen Phosphat-liebende Art in den Donauauen nur recht spärlich in Erscheinung tritt. Mit Ausnahme ausgesprochener Trockenstandorte (Brennen), wo ungünstige Mineralisationsbedingungen herrschen, ist die Stickstoffversorgung der Kalkpaternien als sehr günstig einzustufen. Als Humusform ist fast durchweg Mull anzutreffen, während es zur Ausbildung von Rendzina-Moder nur unter Koniferenbestockung und auf sehr trockenen Standorten kommt.

Neben den flächenmäßig eindeutig dominierenden Kalk-Paternien sind als Begleitböden in Muldenlagen mit hochanstehendem Grundwasser kleinflächig auch Auengleye ausgebildet.

5. Anthropogene Nutzung

Die Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt bieten mit dem Gerolfinger Eichenwald eines der letzten größerflächigen und zugleich besonders spektakulären Anschauungsbeispiele für vorindustrielle, historische Waldnutzungsformen (vgl. GABEL 1981). Neben der Waldweide, die zur Entstehung parkartig aufgelockerter, von größeren mageren Grünlandflächen und Gebüschgruppen durchsetzter Hudewälder führte, war es vor allem die Mittelwaldnutzung, die das heutige Erscheinungsbild der Auwälder im Exkursionsgebiet maßgeblich mitbestimmte. Daneben spielte auch die Heu- und Streunutzung sowie das Schneiteln von Bäumen zur Laubholzgewinnung eine nicht unbedeutende Rolle. Auch die offenen Kalkmagerrasen und Trockenkiefernwälder verdanken ihre Entstehung und Erhaltung überwiegend Beweidung, Heumahd und Streunutzung. All diese Nutzungen, denen das Gebiet in hohem Maße seine biologische und strukturelle Vielgestaltigkeit verdankt, wurden spätestens seit den 50er Jahren schrittweise eingestellt. Das magere Grünland im Bereich der offenen Parklandschaft wurde an vielen Stellen aufgedüngt oder zu Acker umgebrochen. Die Kalkmagerrasen der Brennen fielen größtenteils brach und verbuschten; sie werden erst wieder in jüngerer Zeit durch gezielte Pflegemaßnahmen seitens des privaten und amtlichen Naturschutzes offengehalten. In den Wäldern geht mit dem Durchwachsen zum Hochwald allmählich die spezifische Mittelwaldstruktur verloren, wodurch insbesondere heliophile Sträucher und Kräuter langfristig allmählich ausfallen. Im Rahmen eines Pflege- und Entwicklungsplans wird seitens der bayerischen Naturschutzbehörden derzeit versucht, durch eine Wiederaufnahme oder Simulation der traditionellen historischen Nutzungen das Gebiet in seiner biologischen und ästhetischen Vielfalt zu bewahren.

6. Flora

Infolge der warm-trockenen Klimatönung ist die Donaual reich an wärmebedürftigen Vertretern des submediterranen Florenelements (vgl. SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990). Hierzu gehören neben der im Exkursionsgebiet überaus häufigen Kornelkirsche (*Cornus mas*) u. a. zahlreiche Orchideen wie *Anacamptis pyramidalis*, *Ophrys holosericea* und *Ophrys sphegodes*. Bezeichnend für die Donauniederung ist ferner das Vorkommen typischer Stromtalpflanzen wie *Lithospermum officinale*, *Peucedanum officinale*, *Thalictrum flavum*, *Viola elatior*, *Cnidium dubium* und *Thalictrum simplex* ssp. *galioides*, bei denen es sich um sommerwärmebedürftige Arten mit mehr kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt handelt. Der „Kalkauen“-Charakter der Donauauen kommt insbesondere anhand des Vorkommens zahlreicher Arten magerer, bodenbasischer Grasheiden und Staudenfluren wie *Filipendula vulgaris*, *Melampyrum cristatum*, *Veronica teucrium*, *Thesium bavarum*, *Cirsium tuberosum*, *Ophioglossum vulgatum* und *Inula salicina* zum Ausdruck.

Neben diesen thermophilen Arten magerer Karbonatstandorte gehören zu den floristischen Besonderheiten des Gebiets aber auch auffallend viele hygrophile und nitrophytische präalpine Hochstauden wie *Aconitum napellus* ssp. *neomontanum*, *Carduus personata*, *Pleurospermum austriacum* und *Thalictrum aquilegifolium*, die in den Auwäldern an der Donau weitab von ihrem alpinen Hauptareal in bemerkenswerter Häufigkeit auftreten. Weitere präalpine Arten, die bis zur Donau und darüberhinaus vordringen, sind u. a. *Carex alba*, *Bupthalmum salicifolium*, *Gladiolus palustris* und *Allium carinatum*. Der Reichtum an Vertretern des präalpinen Florenelements ist wohl vor allem auf die (früher) sehr günstigen Ausbreitungsbedingungen entlang der Alpenvorlandflüsse zurückzuführen. Floristisch bemerkenswert sind ferner die spektakulären Massenaspekte auwaldspezifischer Frühjahrsgeophyten wie *Scilla bifolia* und *Leucojum vernum*.

7. Vegetationstypen

7.1. Allgemeiner Überblick

Im Nordteil des Exkursionsgebiets repräsentiert sich die Altaue der Donau als halboffene, von zahlreichen Gebüschgruppen und Waldinseln durchsetzte Parklandschaft, die ihre Entstehung extensiven, historischen Waldnutzungsformen verdankt. Die offenen, mageren Grünlandbereiche zwischen den Gehölzgruppen sind inzwischen größtenteils aufgedüngt oder zu Ackerland umgebrochen. Reste mageren Grünlandes finden sich noch in Waldzwickeln oder im Saum von Gebüschgruppen.

Bei den größeren Waldstücken im Bereich der Parklandschaft handelt es sich fast durchweg um ehemalige Mittelwälder mit dichtem Haselunterwuchs. Donauwärts nehmen die Offenlandbereiche zugunsten größerer geschlossener Hartholzauenbestände deutlich ab. In unmittelbarer Donaunähe findet man schließlich neben Grau-Erlenbeständen und Verlandungsvegetation in Altwasserarmen recht ausgedehnte Kalkmagerrasen-Vegetationskomplexe auf trockenen Brennenstandorten.

7.2. Hartholzauenwälder

Alle Hartholzauenwälder im Exkursionsgebiet zeichnen sich durch eine sehr artenreiche Baum- und Strauchschicht aus (vgl. SEIBERT 1971, GABEL 1981). In der Baumschicht finden sich neben typischen, sehr überflutungstoleranten Auwaldbaumarten wie Stiel-Eiche, Esche und Feld-Ulme auch Winter-Linde und Feld-Ahorn (selten Hainbuche), die in der donaufernen Altaue bereits auf eine Weiterentwicklung zu Eichen-Hainbuchenwäldern hindeuten (Exkursionspunkt 2). In der Strauchschicht sind neben der pflanzengeographisch bemerkenswerten Kornelkirsche (*Cornus mas*) besonders häufig u. a. Hasel (*Corylus avellana*), Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) und Liguster (*Ligustrum vulgare*) anzutreffen.

Fast alle Hartholzauenwälder im Exkursionsgebiet sind durch die Mittelwaldwirtschaft überformt worden, wodurch die Baumartenzusammensetzung erheblich zugunsten

lichtbedürftiger und regenerationsfreudiger Gehölze verschoben wurde (vgl. Tab 1 u. 2). Hauptprofiteure der Mittelwaldwirtschaft waren neben der früher gezielt geförderten und herausgepflegten Stiel-Eiche vor allem lichtbedürftige Arten wie Feld-Ahorn, Hasel, Kornelkirsche und andere Sträucher. Die Hasel bildet in den heute durchwachsenden Mittelwaldbeständen oftmals eine extrem dichte Strauchschicht aus.

Bezeichnenderweise fehlen Baumarten des Eichen-Hainbuchenwaldes wie Hainbuche, Winter-Linde, Feld-Ahorn und die Kornelkirsche - aber erstaunlicherweise auch die Stiel-Eiche - in den jüngsten, donau nächsten Auwaldbeständen noch fast vollständig, wofür neben nutzungsbedingten und standörtlichen Einfüssen, wohl vor allem auch ausbreitungsbiologische und sukzessionsbedingte Faktoren verantwortlich sein dürften.

Aufgrund des sehr karbonatreichen Ausgangssubstrats finden sich in den Hartholzauwäldern mit hoher Stetigkeit zahlreiche „anspruchsvolle“, basiphile Laubwaldpflanzen wie *Pulmonaria obscura*, *Primula elatior*, *Viola mirabilis*, *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum*, *Bromus benekenii*, *Daphne mezereum*, *Paris quadrifolia* und *Campanula trachelium*. Hinzutreten ausgesprochene Nitrophyten wie *Aegopodium podagraria*, *Glechoma hederacea*, *Heracleum sphondylium* und *Agropyron caninum*, die vor allem auf frisch-feuchten Standorten zu besonders starker Massenerfaltung gelangen. Als floristische Besonderheit ist in den Hartholzauenwäldern mit besonders hoher Stetigkeit *Aconitum napellus* anzutreffen.

Standörtlich lassen sich anhand der Bodenvegetation im wesentlichen zwei Ausbildungen unterscheiden (vgl. Tab. 2):

In der am weitesten verbreiteten, vergleichsweise mageren und trockenenen **Carex alba-Ausbildung** finden sich neben der namensgebenden Arte zahlreiche weitere Arten, die auf eine zeitweilige Oberbodenaustrocknung und dadurch stockende Umsätze verweisen wie *Maianthemum bifolium*, *Convallaria majalis*, *Melica nutans*, *Cypripedium calceolus* und *Platanthera bifolium*. Das Auftreten dieser Magerkeitszeiger wurde durch Streunutzung in der Vergangenheit vermutlich gefördert. Die *Carex alba* -Ausbildung hat ihren Verbreitungsschwerpunkt auf den höhergelegenen, mäßig trockenenen bis mäßig frischen Standorten der stromfernen Altaue.

Als Gegenstück findet man auf betont feucht-frischen Standorten in tiefgelegenen Mulden und Rinnen im Bereich ehemaliger Flußschlingen mit stark lehmigen Böden und/oder hoch anstehendem Grundwasser eine **feuchte Ausbildung** in der die Magerkeitszeiger der *Carex alba*- Ausbildung weitgehend fehlen und dafür - zumeist nitrophytische - Feuchtezeiger wie *Rubus caesius*, *Festuca gigantea*, *Angelica sylvestris*, *Cirsium oleraceum*, *Carduus personata*, *Prunus padus*, *Lamium maculatum* und *Circaea lutetiana* stärker in den Vordergrund treten. Diese Ausbildung konzentriert sich auf die jüngeren, tiefergelegenen, stromnahen Bereiche der Donauaue.

Tab. 1: Aufnahme eines typischen Eichen-Ulmen-Mittelwaldes (Quercu-Ulmetum)
(aus GABEL 1981)

Baumschicht: 50 %	Krautschicht: 60 %	Ranunculus auricomus +
Quercus robur 3	Pulmonaria obscura 2a	Deschampsia cespitosa +
Ulmus minor 2b	Viola mirabilis 2a	Geum urbanum +
Fraxinus excelsior 2a	Brachypodium sylvaticum 1	Convallaria majalis 1
Strauchschicht: 70 %	Paris quadrifolia 1	Carex alba +
Cornus mas 3	Sanicula europaea +	Melica nutans +
Crataegus monogyna 2a	Bromus benekenii +	Maianthemum bifolium +
Euonymus europaeus 2a	Daphne mezereum +	Fragaria vesca +
Corylus avellana 1	Stachys sylvatica 1	Cornus mas 1
Lonicera xylosteum 2a	Viola reichenbachiana +	Acer campestre +
Ligustrum vulgare +	Agropyrum caninum 1	Ulmus minor 1
Rhamnus cathartica 1	Glechoma hederacea 1	Crataegus laevigata +
	Polygonatum multiflorum +	Viburnum lantana +

Tab. 2: Standörtliche und nutzungsbedingte floristische Differenzierung der Auwälder im
„Gerolfinger Eichenwald“.

	Hartholzauwe (Quercu-Ulmetum)		Grauerlen- auwald
	„Eichen-Hainbuchenwald-artig“ (Altaue)	rein	(genetisch „jung“)
Hartholzauwe allgemein:	Ulmus minor, Fraxinus excelsior.		
mesophytische, basiphile Laubwaldarten (Fagetalia):	Pulmonaria obscura, Asarum europaeum, Campanula trachelium Viola mirabilis, Sanicula europaea, Bromus benekenii, u. a.		
durch Mittel- und Niederwaldwirtschaft gefördert:	Quercus robur, Acer campestre, Tilia cordata, Carpinus betulus, Cornus mas, Corylus avellana (dominant) u. a.		Alnus incana, Populus canescens.
trocken-magere Ausbildungen:	Carex alba, Maianthemum bifolium, Melica nutans, Convallaria majalis, Cypripedium calceolus, Platanthera bifolia u. a.		
feuchte, nährstoffreichere Ausbildungen:		Rubus caesius, Festuca gigantea, Angelica sylvestris, Cirsium oleraceum, Carduus personata, Lamium maculatum, Prunus padus, Circaea lutetiana, Impatiens noli-tangere u.a.	
häufige Arten der Auwälder mit breiter Amplitude:	Brachypodium sylvaticum, Paris quadrifolia, Aegopodium podagraria, Glechoma hederacea, Aconitum napellus, Viola reichenbachiana, Carex sylvatica, Lonicera xylosteum, Deschampsia cespitosa, Daphne mezereum, Galium mollugo u. a.		

Die Hartholzauenwälder im Exkursionsgebiet können pflanzensoziologisch im weitesten Sinne dem für die großen Stromtäler Mitteleuropas bezeichnenden *Querco-Ulmetum* zugeordnet werden (SEIBERT 1992). Dabei darf nicht übersehen werden, daß es sich nach ökologisch-funktionalen Kriterien nur noch um reliktsiche Auenwälder handelt, die mittlerweile einer rein terrestrischen Dynamik unterliegen. Eine Weiterentwicklung hin zu Eichen-Hainbuchenwäldern (*Carpinion*) macht sich in den stromfernen Bereichen der Altaue bereits heute bemerkbar. Zweifelhaft bleibt auch die natürliche Rolle der Stiel-Eiche, deren heutige weite Verbreitung wohl vor allem ein Produkt der direkten Förderung durch den Menschen ist, da sie bezeichnenderweise gerade in den am wenigsten durch Mittelwaldwirtschaft überprägten, donaunahen Beständen fast vollständig fehlt.

7.3. Grau-Erlen-Auwälder

Im donaunahen Bereich des Exkursionsgebiets sind noch auf vergleichsweise kleiner Fläche Grau-Erlen-Auwälder (*Alnetum incanae*) zu finden, bei denen es sich teilweise um forstlich begründete Pflanzbestände handelt (Exkursionspunkt 6). In der ursprünglichen Auenlandschaft bildeten Grau-Erlen-Auwälder zusammen mit Silber-Weiden-Auwäldern das jüngste Stadium der Waldsukzession auf neuentstandenen Schwemmlandböden (vgl. SEIBERT 1991). Nach Wegfall der für die Entstehung von Grau-Erlen-Auwäldern zwingend notwendigen Auendynamik unterliegen die Bestände mittelfristig der Sukzession zu Hartholzauen, sofern die besonders regenerationsfreudige Grau-Erle nicht - wie früher auch andernorts in Südbayern - durch mittel- und niederwaldartige Nutzungsformen an der Herrschaft gehalten wird. Oft zeugen einzelne Eschen-Überhälter davon, daß der Grau-Erlenbestand nicht mehr dem aktuellen Standortpotential entspricht, sondern in erster Linie nutzungsbedingt ist. In Grauerlenbeständen sind vereinzelt auch noch Grau-Pappel (*Populus canescens*) und Silber-Weide (*Salix alba*) zu finden, deren Überdauern gleichfalls durch die früher übliche Bewirtschaftung begünstigt wurde.

In der Krautschicht der Grau-Erlen-Auwälder sind typische Laubwaldpflanzen der *Fagetalia* wesentlich spärlicher vertreten (vgl. Tab. 3), was wohl vor allem ausbreitungsbiologisch durch deren vergleichsweise geringes Alter zu erklären ist (häufig erste Waldgeneration!). Stattdessen sind ausgesprochen nitrophytische Arten, wie *Rubus caesius*, *Aegopodium podagraria*, *Glechoma hederacea* und *Lamium maculatum* infolge der Stickstoffanreicherung durch die Grauerle besonders üppig und vital entwickelt. Als floristische Besonderheit enthalten die Grau-Erlenbestände im Untersuchungsgebiet bisweilen die seltene Natternzunge (*Ophioglossum vulgare*).

Tab. 3: Aufnahme eines Grau-Erlen-Auenwaldes (*Alnetum incanae*) in unmittelbarer Nähe der Donau (aus GABEL 1981).

Baumschicht: 70%	Krautschicht: 80%	Aegopodium podagraria	3
<i>Alnus incana</i>	4	Deschampsia cespitosa	3
<i>Populus canescens</i>	1	Cirsium oleraceum	2a
<i>Salix alba</i>	2a	Rubus caesius	1
<i>Prunus padus</i>	1	Lamium maculatum	2a
Strauchschicht: 10%	<i>Carduus personata</i>		1
<i>Alnus incana</i>	+	Angelica sylvestris	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	+	Humulus lupulus	2a

7.4. Silber-Weiden-Auwälder

Flächig entwickelte Silber-Weiden-Auwälder sind heute in den Donauauen nicht mehr anzutreffen. Örtlich findet man Silber-Weidenbestände aber noch als schmales, galerieartiges Band am Rand von Altwässern. Ähnlich wie bei den Grau-Erlen-Auwäldern sind die Entstehungsbedingungen für Silberweidenauwälder durch den Donauausbau praktisch vollständig verloren gegangen.

7.5. Verlandungsgesellschaften der Altwässer

Die überwiegend durch den Donauausbau im 19. Jahrhundert entstandenen Donaualtwässer haben durch den Staustufenbau mittlerweile ihren Kontakt zum Fluß vollständig verloren und werden heute auch bei Hochwasser nicht mehr durchströmt. Als reine, in der Regel sehr flache Stillgewässer unterliegen sie derzeit einer fortschreitenden Verlandungssukzession. Auf den verbliebenen Freiwasserflächen der Altwässer finden sich oft noch prächtig entwickelte Wasserpflanzengesellschaften aus *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Hottonia palustris* und *Hippuris vulgaris*, die landwärts in Großseggenriede und Schilfröhrichte übergehen (vgl. SEIBERT 1971, KIENER 1981). Besondere Erwähnung unter den Großseggengesellschaften am Rande der Altwässer verdient das von *Carex riparia* dominierte, überregional seltene Caricetum ripariae (Exkursionspunkt 5), das in Süddeutschland fast ausschließlich im Bereich wärmebegünstigter großer Stromtäler und Seebecken wie dem Oberrhein-, Donau- und Bodenseegebiet anzutreffen ist.

7.6. Kalkmagerrasen-Vegetationskomplexe der Brennen

Im Bereich der großen Donau-Brenne Felberschütt (Exkursionspunkt 7) und einiger weiterer donauhafer Brennen finden sich noch recht ausgedehnte Kalkmagerrasen-Vegetationskomplexe. Die offenen durch Beweidung, Mahd und Streunutzung entstandenen Kalkmagerrasen der Brennen stehen oft in direktem Kontakt zu Wacholder-reichen Trockengebüschen und

Trockenkieferrwäldern, die ihre Entstehung größtenteils ebenfalls der früheren Streunutzung und Waldweide verdanken. Kleinere versaumende Kalkmagerrasenreste in Übergangsbereichen zu noch genutzten Salbei-Glatthaferwiesen sind auch im Bereich der Parklandschaft im Nordteil des Exkursionsgebiets zu finden (Exkursionspunkt 3). Die Kalkmagerrasen und ihre Brachestadien zählen zu den floristisch interessantesten Pflanzengemeinschaften der Donauaue. Neben häufigeren, allgemein in Kalkmagerrasen anzutreffenden Arten (vgl. Tab. 4) enthalten sie zahlreiche Raritäten wie etwa *Anacamptis pyramidalis* und *Ophrys fuciflora* u. a. (siehe auch unter Flora). Bemerkenswert häufige sind in den alluvialen Kalkmagerrasen Molinion-Arten wie *Cirsium tuberosum*, *Inula salicina*, *Ophioglossum vulgatum* und das seltene *Thalictrum simplex* ssp. *galioides*. In der gegenüberliegenden südlichen Donau ist auf der Brenne Ziegelschütt (bei Weichering) in vergleichbaren Beständen sogar *Gladiolus palustris* anzutreffen. In den Kalkmagerrasenbrachen des Parkkomplexes finden sich - wie bereits erwähnt - auffallend viele Arten der thermophilen Säume wie *Melampyrum cristatum*, *Thesium bavarum* und *Veronica teucrium* (GABEL 1981).

Tab. 3: Aufnahme eines Halbtrockenrasens (Mesobromion) auf der Brenne „Felberschütt“ (aus GABEL 1981)

Aufnahmefläche (m ²):	30	Deckungsgrad (%):	95	Artenzahl:	36
<i>Bromus erectus</i>	3	<i>Heliathemum obscurum</i>	+	<i>Trifolium montanum</i>	+
<i>Festuca guestfalica</i>	2a	<i>Brachypodium pinnatum</i>	+	<i>Medicago lupulina</i>	+
<i>Linum catharticum</i>	1	<i>Briza media</i>	+	<i>Dactylis glomerata</i>	+
<i>Euphorbia cyperissias</i>	1	<i>Carex flacca</i>	1	<i>Carex tomentosa</i>	+
<i>Gymnadenia conopsea</i>	1	<i>Sanguisorba minor</i>	+	<i>Lathyrus pratensis</i>	+
<i>Hippocrepis comosa</i>	+	<i>Koeleria pyramidata</i>	1	<i>Vicia cracca</i>	+
<i>Gentianella ciliata</i>	+	<i>Medicago falcata</i>	1	<i>Ononis spinosa</i>	+
<i>Potentilla tabaernaemontani</i>	+	<i>Viola hirta</i>	+	<i>Tetragonolobus maritimus</i>	1
<i>Orchis unstulata</i>	+	<i>Inula salicina</i>	+	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Galium verum</i>	1	<i>Thymus pulegioides</i>	+	<i>Taraxacum officinale</i>	+
<i>Centaurea jacea</i>	+	<i>Gentiana cruciata</i>	+	<i>Polygala amarella</i>	+
<i>Orobanche gracilis</i>	r	<i>Centaurium minus</i>	r	<i>Juniperus communis</i> juv.	+

Der Unterwuchs der Trockenkieferrwälder setzt sich gleichfalls überwiegend aus Festuco-Brometea-Arten zusammen, während Kennarten der Schneeheide-Kieferrwälder im engeren Sinne fast vollständig fehlen. Ein Anschluß entsprechender Bestände an die Klasse Erico-Pinetea ist daher eher ökologisch als floristisch zu rechtfertigen, zumal derzeit ein Großteil der Vorkommen nach dem Wegfall sukzessionshemmender Nutzungen einer Weiterentwicklung zu bodentrockenen Laubwaldgesellschaften unterliegt.

Wie fast überall in Mitteleuropa, sind auch die Kalkmagerrasen-Vegetationskomplexe der Donauauen sowohl durch Brachesukzession und Aufforstung nach Nutzungsaufgabe (insbes. Brennen) als auch durch landwirtschaftliche Intensivierung (insbes. im Bereich des Park-Komplexes) hochgradig in ihrem Bestand gefährdet.

8. Literatur

- DISTER, E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auwaldbäumen an lehmigen Standorten. - Verh. Ges. f. Ökologie, Bd. X: 325-335.
- DISTER, E. (1985): Auenlebensräume und Retentionsfunktion. - Laufener Seminarbeiträge 3/85: 74-90.
- GABEL, G. (1981): Der Gerolfinger Eichenwald - die Bedeutung einer alten Kulturlandschaft für Naturschutz und Landschaftspflege. - Diplomarbeit an der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der TU-München: 205 S.
- KIENER, J. (1984): Veränderungen der Auenvegetation durch die Anhebung des Grundwasserspiegels im Bereich der Staustufe Ingolstadt. - Berichte der ANL 8: 104-125.
- OTTE, A. & LUDWIG, T. (1987): Dörfliche Ruderalpflanzen-Gesellschaften im Stadtgebiet von Ingolstadt. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 58: 179-227.
- REHFUESS, K. E. (1990): Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften, Nutzung. 2. Aufl. - Pareys Studentexte 29: 294 S., Hamburg, Berlin.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. - Verlag Eugen Ulmer: 752 S., Stuttgart.
- SEIBERT, P. (1971): Pflanzensoziologisches Gutachten über die Donauauen des Wittelsbacher Ausgleichsfonds. - Manuskript, München: 48 S.
- SEIBERT, P. (1992): 1. Verband Alno-Ulmion. - In: OBERDORFER (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil 4: 139-156.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Exkursion H: Auenvvegetation und Auendynamik an der unteren Isar und im Isarmündungsgebiet

Dr. P. Jüring und Dr. habil. D. Maas

1. Allgemeine Charakterisierung

Das Exkursionsgebiet liegt im Bereich der Naturräume „Unteres Isartal“ und „Dungau“ in den Landkreisen Dingolfing und Deggendorf (Niederbayern; s. Abb. 1). Es handelt sich um die nacheiszeitlich überformte Stromlandschaft im Übergangsbereich zwischen Isar- und Donautal unmittelbar vor dem Bayerischen Wald, eingeschnitten in das nach Westen, Süden und Osten sich anschließende voralpine Tertiärhügelland. Das Tal ist hier im Durchschnitt 4 - 6 km breit, der Fluß selber fließt nahe dem rechten Talhang, der im südlicheren Teil des Exkursionsgebiets starkes Gefälle und eine Höhe von bis zu ca. 45 m über dem Mittelwasserstand aufweist. Die linke Talseite leitet über zu den lößbedeckten Terrassen des Dungaus (MEINEN & SCHMITHÜSEN 1962).

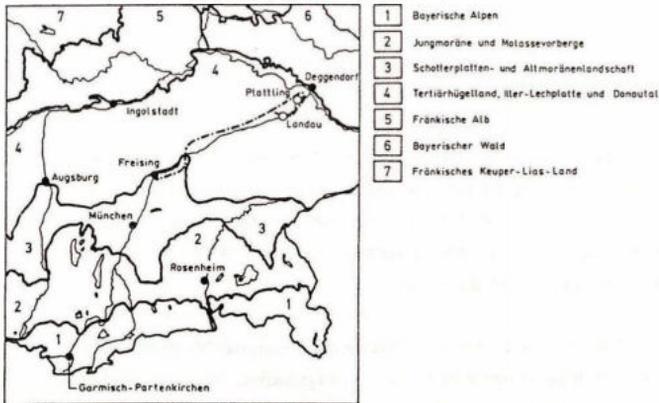


Abb. 1: Route der Exkursion H „Untere Isar“

Vor dem Ausbau der Isar war das nach typischer Art der Voraplenflüsse in zahlreiche Seitenarme und Altwässer zergliederte Bett des Flusses ca. 200 - 500 m breit. Dies war der Bereich der flußbegleitenden Auwälder, während in größerer Flußferne bereits in den vergangenen Jahrhunderten auf grundwasserferneren Standorten umfangreiche Grünlandnutzung existierte. Daneben waren stellenweise ausgedehnte Niedermoorflächen, gespeist durch Sickerwasser der Isar und durch Grundwasserzufluß aus dem Tertiärhügelland, vorhanden. Das Abflußverhalten der Isar in ihrem Unterlauf entspricht annäherungsweise noch dem Typus eines Alpenflusses, mit Minimalwasserstand während der Wintermonate und Maximalabfluß während

des Sommers. Besonders das Mündungsgebiet ist dabei in seinen Wasserstandsschwankungen vom Abflußverhalten der Donau beeinflusst, da bei Donauhochwasser das Isarwasser im Mündungsbereich zurückgestaut wird.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts (1907-1914) wurde der Teilbereich der Isar im Exkursionsgebiet im Zuge der Errichtung von Hochwasserschutzbauten reguliert. Seit Mitte dieses Jahrhunderts wird der Unterlauf zusätzlich zur Stromerzeugung genutzt. Als Folge der Regulierung, welche den Überschwemmungsbereich der Isar im Exkursionsgebiet durch Hochwasserdeiche auf eine Breite zwischen ca. 300 m und 1 km beschränkt, ging das Erscheinungsbild eines Voralpenflusses mit mehreren Gerinnen verloren, der Flußlauf tiefte sich im Unterlauf seither um ca. 2-3 m ein. Die damit verbundene Grundwasserabsenkung im Isartal ließ viele flußfernere Altwässer und Niedermoore trockenfallen, und ermöglichte die Umwandlung weiter Grünlandflächen in Äcker. Im Mündungsgebiet bei Moos wird außerdem Grundwasser für den Zweckverband Fernwasserversorgung Bayerischer Wald entnommen.

Durch Ausbleiben der regelmäßigen Überschwemmungen, vor allem außerhalb der Hochwasserdeiche, hat inzwischen eine Bodenentwicklung weg von den Aueböden stattgefunden. Diese Entwicklung läßt sich teilweise auch für Pflanzengesellschaften, vor allem der Wälder, nachvollziehen.

1.1 Klima, Geologie und Böden

Bei einer Höhenlage von etwa 310 bis 335 m ü. NN gehört das Gebiet dem untersten Bereich der submontanen Vegetationsstufe an. Die Jahresmitteltemperaturen betragen ca. 8°C. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt rund 700 mm (leichter Staueffekt des Bayerischen Waldes). Mit einer großen Spanne der Monatsmittel (DWD 1952) ist der Temperaturverlauf als schwach subkontinental geprägt anzusehen.

Die ganze Isartalebene ist quartäres Schwemmland hauptsächlich aus karbonatreichen Schottern alpinen Ursprungs, denen eine teilweise tiefgründige, feinsandig-schluffige Decke aufliegt. Einige Teilbereiche liegen als sogenannte „Brennen“ so hoch auf grundwasserfernen Kiesen, daß sich dort nährstoffarme Trockenstandorte entwickeln und erhalten konnten. Verschiedentlich findet ohne auffällige Geländestufe der Übergang in pleistozäne Niederterrassen statt (ZAHLEHEIMER 1991).

Die Bodenarten als Produkte von Hochwasserereignissen wechseln im Projektgebiet kleinräumig und umfassen dabei die Spanne von lehmigem Sand bis zu Lehm. In den Altlaufsenken sind z. T. Niedermoor torfe anzutreffen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1961). Als Bodentypen sind im Auwaldgürtel Graue bis Graubraune Kalkpaternia, in Senkenlagen der Kalk-Auengley, auf etwas grundwasserferneren Flächen die Braune Vega verbreitet. Für die Trockenstandorte sind Pararendzinen und Rendzinen typisch. Die frischeren, isarfer-

neren Böden haben sich stellenweise bis zur Parabraunerde entwickelt.

1.2 Hydrographie

Der mittlere Abfluß der Isar mit ihren Mühlbächen beträgt beim Pegel Plattling 175 m³/s (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1987). Das Maximum ihrer Wasserführung erreicht sie mit 200 bis 220 m³/s im Normalfall in den Monaten Mai bis August, wenn die Schneeschmelze in den Alpen in das sommerliche Niederschlagsmaximum übergeht. Hierbei wirkt sich aus, daß bald die Hälfte des über 8800 km² großen oberirdischen Wassereinzugebietes der Isar auf die Alpen und den Jungmoränengürtel als niederschlagsreiche Gebiete entfällt (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1979). Zugleich besteht eine besondere Hochwasserwahrscheinlichkeit in den Monaten April bis August. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde im Deichhinterland ein Grabensystem angelegt, das über Schöpfwerke in die Donau entwässert. Im Deichhinterland ist jedoch heute noch bei besonders starken Hochwasserereignissen der Druckwasserandrang so groß, daß die tiefergelegenen Geländepartien unter Wasser gesetzt werden.

Wie die Isar hat auch die Donau üblicherweise in den Monaten (September) Oktober bis Februar Niedrigwasser. Insbesondere die Schwankungen zwischen mittlerem und niedrigem Wasserstand sind bei der Donau aber viel ausgeprägter als bei der Isar. Vor allem über diese Eigenschaft wird der Wasserhaushalt im Gebiet durch die Donau deutlich bis etwa Isar-km 4,5 aufwärts beeinflusst.

Im unteren Isartal besitzt die Isar mit rund 1,2 ‰ ein etwa zehnfach so großes Gefälle wie die Donau zwischen Straubing und Niederlalteich. Erst im Mündungsgebiet sinkt das Gefälle der Isar auf rund 0,5 ‰ mit der Folge, daß sich hier auch weite Flußschlingen ausbilden konnten. Bis zur Isarkorrektion der Jahre 1888 bis 1898 verlagerte sich die Isar innerhalb des Auwaldgürtels immer wieder, schuf neue Kiesbänke und schotterte bisherige Isarbettbereiche auf. Heute fließt das Wasser durch ein randlich versteinertes Bett mit einer Normbreite von 70 m ab.

1.3 Ökologische Grobgliederung

Nach dem Grad der Beeinflussung durch Isar und Donau läßt sich das Gebiet heute grob in die Isar mit dem begleitenden Auwaldgürtel, das Deichvorland der Donau und die isarfernen Stromlandschaften in den hochwassergeschützten Randzonen unterteilen.

Der Auwaldgürtel ist der Raum, in dem die Isar in den Jahrhunderten vor der Korrektion immer wieder ihren Lauf verlegte. Im Mittel ein- bis zweimal jährlich überflutet wird heute nur noch das Deichvorland, welches den Großteil der Auwälder umfaßt. Das Gelände ist beiderseits des von Unterhaltungswegen begleiteten Flußschlauches meist höher als das Umland

(Uferrehne). Pappelkulturen nehmen in ihm breiten Raum ein. In der besonders lang und häufig überfluteten Weichholzauenstufe des Deichvorlandes gibt es größere Bestände des Eichen-Ulmen-Waldes und Fettwiesenflächen. Hinter dem Deich schließen auf weiten Strecken Eichen-Ulmen-Wälder und Eichen-Hainbuchenwald-artige Bestände an, die von Pappel- und Fichtenaufforstungen sowie von landwirtschaftlich genutzten Grundstücken durchsetzt sind.

Im Isarbett haben sich im Bereich von Innenbögen und Leitwerken Kiesbänke gebildet, die z. T. bereits bei Mittelwasser zutage treten. Weiterhin gliedert und bereichert den Auwaldgürtel eine ungewöhnliche Vielfalt zahlreicher Altwässer. Einige davon sind erst durch die Isarkorrektion entstanden. Breite, unterstromig an die Isar angebundene Altwässer finden sich ebenso wie grundwasserdurchströmte schmale Gießen, isolierte Flachweiher und periodisch austrocknende Tümpel.

Als ganz von der Donau geprägt erweisen sich die Donauvorländer beiderseits der Isarmündung. Sie enthalten in Niedrigwasserperioden großenteils austrocknende Altwasser, Wiesen, die durch langgezogene Senken mit Flutrasen und Tümpel gegliedert werden, Hybridpappelbestände und Silberweidenaunen.

Die isarferneren Landschaftsteile außerhalb der Deiche werden traditionell von der Landwirtschaft beherrscht. Wald findet sich dort überwiegend auf flachgründigen, leicht austrocknenden Böden.

Den Charakter der ehemaligen Streu- und Auwiesenlandschaft haben nur mehr die „Schüttwiesen“ mit ihrem lebhaften Wellenrelief bewahrt. Ansonsten blieben nach mehreren Intensivierungswellen in diesem Jahrhundert von den durch extensive landwirtschaftliche Nutzung geprägten Vegetationstypen nurmehr kleine Reste übrig. Seit 20 Jahren dominiert der Ackerbau, der sich inzwischen auf nahezu alle ackerfähigen Lagen erstreckt.

Die flußferne Stromlandschaft rechts der Isar wird von den miteinander verbundenen, -trockengefallenen Senken früherer Isarläufe durchzogen. In diesen Altlaufbögen hatten sich torfbildende Niedermoor-Pflanzengesellschaften kalkreich-oligotropher Wuchsorte entwickelt, die zur Streugewinnung gemäht wurden. Heute dominieren auch hier Äcker und Intensivgrünland. Die einst großflächigen Magerrasenstandorte sind großenteils aufgeforstet und weisen nur mehr in sehr geringem Umfang den Charakter offener Magerbiotope auf.

2. Flora

Das Vorkommen höchst seltener Arten und die überaus große Artenvielfalt des Isarmündungsgebiets sind bereits seit über zwei Jahrhunderten dokumentiert (SCHRANK 1789;

SENDTNER 1854; HOFMANN 1883; FISCHER 1883 und GERSTLAUER 1925). Eine Übersicht über Vorkommen einiger floristisch bemerkenswerter Arten gibt Tab. 1.

Donau- und Isartal waren wichtige Wander- und Ausbreitungsachsen für Pflanzen und Tiere. Viele licht- und wärmebedürftige Arten wanderten hier aus ihren südosteuropäischen Arealen stromaufwärts. Hierzu gehören die oft auf vergleichsweise nährstoffreiche, feinkörnige Böden angewiesenen Stromtalpflanzen (z. B. Wiesen-Alant, Fluß-Greiskraut, Arznei-Haarstrang, Sumpf-Sternmiere und Hohes Veilchen), aber auch besonders trockenheitsertragende Pflanzen aus subkontinentalen bis kontinentalen Räumen im Osten, z. B. Steppenpflanzen wie das Grauscheidige Federgras und die Steppen-Waldrebe. Die Schellenblume (*Adenophora liliifolia*) erreicht hier die Westgrenze ihrer Verbreitung. Für die Glanzwolfsmilch (*Euphorbia lucida*) gilt dies in Bezug auf das Donaugebiet. Andererseits klingen zahlreiche, die Isar donauwärts begleitende circumalpine Arten (Verbreitungsschwerpunkt in den Alpen und/oder im Jungmoränengebiet) im Isarmündungsgebiet aus. Beispiele sind Lavendelweide, Dunkle Akelei, Rostrottes Kopfried und Buntes Reitgras (vgl. die Verbreitungskarten bei HAEUPLER u. SCHÖNFELDER 1989). Diese Arten sind auf die kalkreichen, aber nährstoffarmen Wuchsorte, die im Isartal wesentlich verbreiteter sind als im Donautal (z. B. Kalkniedermoore und Trockenrasen), angewiesen. Das Zusammentreffen von Arten so unterschiedlicher Herkunft entspricht dem Charakter des Isarmündungsgebietes als biogeographischem Knotenpunkt.

Die durch das Wechselspiel von Erosion und Sedimentation bei unterschiedlichsten Strömungsverhältnissen verursachte Standortvielfalt bei zeitlich variierter Verfügbarkeit besiedelbarer Stellen spiegelt sich teilweise im Unterschied des Artenbestandes desselben Vegetationstyps an verschiedenen Wuchsorten wider. Diese ergänzen sich gegenseitig und decken erst in einem größeren Teilflächenverbund das Gesamtarteninventar ab. Landesweit seltene und bedrohte Arten wachsen dabei vor allem in Altwassern, Streuwiesen und Magerrasen der Peripherie des Auwaldgürtels und der isarferneren Landschaftsteile.

3. Vegetation

Eine Vegetationsmonographie des Isarmündungsgebietes mit Vegetationskarte 1:10 000 verfaßte LINHARD (1961). Das dort beschriebene Gebiet greift über die Deichvorländer allerdings hinaus und beschränkt sich andererseits auf die Flußstrecke von Plattling bis zur Mündung.

Die Vegetation innerhalb der Hochwasserdeiche zwischen Ettling und der Mündung (s. Abb. 2) wurde in einem unveröff. Gutachten des Lehrstuhls für Vegetationsökologie der TU München (PFADENHAUER et al. 1991) erfaßt.

Die Wasserpflanzenvegetation in den Altwassern stellt meist die Teichrosengesellschaft. Wasserlinsendecken sind in ihrer ganzen Vielfalt ausgeprägt; weit verbreitet ist die Teichlin-

sen-Gesellschaft, seltener sind die Furchenwasserlinsen-Wasserschlauch-Gesellschaft und die Buckellinsen-Decke. Die Krebscheren-Froschbiß-Gesellschaft und die Schwimmliebermoos-Decke als insgesamt seltene, wärmeliebende Vegetationstypen sind weitgehend auf die überflutungsgeschützten und damit saubere Altwasser des Deichhinterlandes beschränkt. Dasselbe gilt für die Wasserfeder-Gesellschaft.

Tab. 1: Bemerkenswertere Gefäßpflanzen im Mündungsgebiet der Isar (ZAHLHEIMER 1993). Nomenklatur nach OBERDORFER, E. 1994:

Aktuelle Situation im Gebiet: + = verschollen, erloschen
 ? = unsichere Sippenangabe ¹
 * = nur 2 bis 5 Bestände bekannt
 ** = nur 1 Bestand bekannt
 kursiv = im Gebiet Neophyt

¹⁾ = Quelle dieser Angaben: Vorentwurf des Pflege- und Entwicklungsplanes für das Mündungsgebiet der Isar

*	<i>Stachys recta</i>		<i>Ulmus laevis</i>
**	<i>Stellaria holostea</i>		<i>Ulmus minor</i>
	<i>Stellaria palustris</i>		<i>Urtica urens</i>
**	<i>Stipa joannis</i> ssp. <i>joannis</i>		<i>Utricularia vulgaris</i> agg.
*	<i>Stratiotes aloides</i>		<i>Valeriana dioica</i>
	<i>Succisa pratensis</i>		<i>Valeriana officinalis</i> s. str.
	<i>Symphytum tuberosum</i>		<i>Valeriana wallrothii</i>
	<i>Taraxacum palustre</i> agg.		<i>Valerianella dentata</i>
	<i>Tetragonolobus maritimus</i>		<i>Verbascum blattaria</i>
*	<i>Teucrium montanum</i>	+	<i>Veronica austriaca</i>
*	<i>Teucrium scordium</i>		<i>Veronica catenata</i>
	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>		<i>Veronica longifolia</i>
	<i>Thalictrum flavum</i>	+	<i>Veronica prostrata</i>
	<i>Thalictrum minus</i> s. str.		<i>Veronica scutellata</i>
*	<i>Thalictrum simplex</i>		<i>Veronica spicata</i>
**	<i>Thesium bavarum</i>	*	<i>Veronica teucrium</i>
	<i>Thesium linophyllum</i>		<i>Vinca minor</i>
	<i>Thesium rostratum</i>		<i>Viola collina</i>
	<i>Thymus praecox</i>		<i>Viola elatior</i>
	<i>Tilia cordata</i>		<i>Viola hirta</i>
*	<i>Tofieldia calyculata</i>		<i>Viola mirabilis</i>
?	<i>Trifolium alpestre</i>	**	<i>Viola persicifolia</i>
	<i>Trifolium arvense</i>	+	<i>Viola pumila</i>
	<i>Trifolium fragiferum</i>	*	<i>Viola rupestris</i>
	<i>Trifolium montanum</i>		<i>Zannichellia palustris</i>
*	<i>Trollius europaeus</i>		
*	<i>Typha angustifolia</i>		

Der Röhrichtgürtel von Altwässern wird in der Regel vom Schilfröhricht, seltener vom Wasserschwadenröhricht gebildet. Im Donauvorland und in der Auwaldzone der Isar aufwärts bis etwa Fluß-km 1,5 fehlt infolge der starken Differenzen zwischen Mittel- und Niedrigwasserstand ein stabiler Großröhrichtgürtel (Eigenart von Altwässern in zentralen Stromauenlagen). An seine Stelle treten Wechselwasserbereiche, die während der Niedrigwasserführung der Donau als Schlickflächen trockenfallen. Hier wachsen entweder amphibische Tannenwedel-Bestände, oder es entwickeln sich temporäre Kleinröhrichte (z. B. der Wasserfenchel-Wasserkressensumpf, das Lanzettfroschlöffel-Röhricht, das Wurzelsimsen-Röhricht) oder kurzlebige terrestrische Zweizahn- und Zwergbinsen-Pioniergesellschaften, insbesondere die Schlammingsflur.

In den Verlandungsbereichen und zeitweise vernäbten Mulden wachsende Großseggenriede sind vor allem das Steif-, Ufer- und Schlankseggenried. Im Übergangsbereich zu Hochstaudenfluren hat die Sumpf-Wolfsmilch ihren Schwerpunkt. In der Isar fehlen heute interessante Schwemmbank-Pioniergesellschaften. Gelegentlich ist die Barbarakraut-Flur angedeutet; ansonsten beherrscht das Rohrglanzgras-Röhricht die höheren Niveaus.

Im Auwald nehmen neben Forstgesellschaften mit Pappelpflanzungen (Hybridpappel, Balsampappel) oder Fichte naturnahe Waldgesellschaften breiten Raum ein. Als Weichholzauevegetation der lang überschwemmten Lagen ist dies vor allem die Silberweidenaue, deren traditionelle, bestandesstabilisierende Nutzungen der Niederwaldbetrieb oder der Kopfweiden-Schnitt sind bzw. waren (Faschinengewinnung, Korbflechterei, Brennholz). Nur kleinflächig spielen Grauerlen-Auen eine Rolle. An Donau-Altarmen sind z. T. Mandelweiden-Gebüsche vorgelagert; an flußferneren Naßstandorten wachsen Aschweiden-Gebüsche. Blößen und Ränder der Weichholzaue werden von Ufer-Hochstaudenfluren beherrscht, so von der Nesselseiden-Gesellschaft und der Flußgreiskraut-Flur. Die Hartholzaue wird durch den Eichen-Ulmen-Auwald repräsentiert. Im Deichhinterland ist eine Ausbildung mit Weißsegge verbreitet, die mehr oder weniger ausgeprägte Entwicklungstendenzen zum Eichen-Hainbuchen-Wald besitzt, der die höchsten Lagen des Auwaldgürtels einnimmt.

Auf Trockenstandorten der terrassenartigen Erhebungen in der isarferneren Stromlandschaft - stocken neben Kiefern- und Fichtenkulturen Reste von Rohrpfingstgras-Kiefernwäldern und Stieleichen-Beständen mit wärmeliebenden Arten als halbanthropogene Vegetationstypen.

Unter den Halbkulturformationen des Offenlandes sind zunächst die Streuwiesen zu nennen. Von den Kalk-Niedermoorgesellschaften in den isarfernen Altlaufsenken (Schneiden-Ried, Kleinseggenriede wie der Orchideen-Kopfbinsenrasen) sind nur mehr sehr kleine, stark gestörte Fragmente übrig. Auch vom dauerfeuchten Duftlauch-Pfeifengrasrasen und dem wechselfeuchten Knollenkratzdistel-Rohrpfingstgrasrasen sind nur mehr wenige repräsentative Bestände vorhanden. Örtlich ist noch die Glanzwolfsmilch-Flur anzutreffen, die den Eindruck einer wechselfeuchten, hochstaudenbestimmten Saumvegetation im Grenzbereich Streuwiese / Wald macht.

Auch die Vegetation der Kalkmagerrasen läßt sich nur mehr auf kleinen bis sehr kleinen Restflächen studieren. Früher wurden sie als einschürige Futterwiesen bewirtschaftet oder extensiv beweidet. Neben alluvialen Halbtrockenrasen (*Mesobrometum erecti*), Arzneihaarstrang-Auwiesen und Graulöwenzahn-Erdseggen-Trockenrasen finden sich Anklänge von Wiesensteppen (vgl. RIEMENSCHNEIDER 1956).

Innerhalb der Hochwasserdeiche sind die magerrasen- und Streuwiesengesellschaften allerdings nutzungsbedingt nicht anzutreffen. In diesem Bereich herrschen neben geringen Anteilen an neophytischen Hochstaudenfluren und Futterwiesen Pflanzengesellschaften der Fließ- und Stillgewässer sowie der Weich- und Hartholzauweiden bzw. deren durch forstliche Nutzung entstandene Ersatzgemeinschaften vor.

Entlang der Exkursionsroute, die sich auf den Bereich innerhalb der Hochwasserdeiche beschränkt, sind nicht alle dieser Pflanzengesellschaften anzutreffen. Eine Übersicht über die innerhalb dieses Auenschlauches vorhandenen Pflanzengesellschaften gibt Tab. 2.

Tab. 2: Pflanzengesellschaften der Isaraue innerhalb der Hochwasserdeiche im Flußabschnitt zwischen Ettling und Mündung.

A. WASSERPFLANZENGESELLSCHAFTEN

Lemnion minoris

Lemnetum gibbae

Lemno-Spirodeletum polyrrhizae typische Subass.

Lemno-Spirodeletum polyrrhizae Subass. Lemna trisulca

Lemnetum minoris typische Subass.

Lemnetum minoris Subass. Lemna trisulca

Charion asperae

Charicetum hispidae

Ranunculion fluitantis

Ranunculetum fluitantis typische Subass.

Ranunculetum fluitantis sparganietosum

Ranunculo-Sietum erecto-submersi

Callitrichetum obtusangulae

Potamogetonion

Potamogeton perfoliatus-Ges.

Potamogetonetus lucentis nährstoffreiche Ausb.
Potamogeton pectinatus-Ges. Ausb. mit Ceratophyllum demersum
Ceratophyllum demersum-Ges.

Nymphaeion

Hottonietum palustris
Hippuris vulgaris-Ges. typische Subass.
Hippuris vulgaris-Ges. Ausb. mit Myriophyllum spic.
Myriophyllo-Nupharetum typische Subass.
Myriophyllo-Nupharetum myriophylletosum spicati

B. GROBSEGGENRIEDE UND RÖHRICHTGESELLSCHAFTEN

Phragmition

Typhetum latifoliae
Glycerietum maximae typische Subass.
Glycerietum maximae artenreiche Ausb.
Phragmitetum communis typische Subass. typ. Ausb.
Phragmitetum communis typische Subass. Ausb. Carex elata
Phragmitetum communis typische Subass. Ausb. Carex acutif.
Phragmitetum communis typische Subass. Ausb. Typha lat.
Phragmitetum communis phalaridetosum ar. typische Ausb.
Phragmitetum communis phalaridetosum ar. Ausb. Cirs. arv.
Sparganietum erecti
Acoretum calami
Rumex hydrolapathum-Ges.
Butomus umbellatus-Ges.
Sagittario-Sparganietum emersi-Ges.
Oenanthro-Rorippetum typische Subass.
Oenanthro-Rorippetum sietosum erecti
Alismatetum lanceolati

Magnocaricion

Caricetum elatae typische Subass.
Caricetum elatae phalaridetosum
Caricetum vesicariae
Carex acutiformis-Ges.
Caricetum oenensis
Caricetum buekii

Caricetum gracilis
Phalaridetum arundinaceae typische Subass.
Phalaridetum arundinaceae cirsietosum arvense

Sparganio-Glycerion fluitantis

Sium erectum-Ges.
Nasturtietum officinalis
Veronica becc.-Ges.

Nanocyperion

Cypero-Limoselletum

C. UNKRAUT- UND HOCHSTAUDENFLUREN

Atropion

Calamagrostitetum epig. typische Subass.
Calamagrostitetum epig. trock. Subass.
Calamagrostitetum epig. Ausb. Molinea arundinacea

Bidention tripartitae

Polygonum mite-Ges.
Polygono-Bidentetum tripartiti

Senecion fluviatilis

Calystegio-Archangelicetum archang. lit.
Senecionetum fluviatilis
Cuscuta-Convolvuletum sepium

Convolvulion sepium

Urtica dioica-Convolvulus sep.-Ges.

Aegopodion podagrariae

Urtico-Aegopodietum podagrariae

D. NEOPHYTEN-GESELLSCHAFTEN

Aster-Gesellschaften

Impatiens glandulifera-Ges.

Solidago gigantea-Ges.

Erigeron annuus-Ges.

E. FLUT- UND KRIECHRASEN

Agropyro-Rumicion

Ranunculetum repentis

F. NASSE STAUDENFLUREN, NAB- UND RIEDWIESEN

Calthion palustris

Sanguisorbo-Silaetum

Molinietalia

G. WALD- UND BUSCHGESELLSCHAFTEN

Weichholzaue

Salicetum albo-fragilistrock. Subass. mit Angel. syl.

Salicetum albo-fragilis trock. Subass. Ausb. Chaer. hirs.

Salicetum albo-fragilis trock. Subass. Ausb. Senec. fluviat.

Salicetum albo-fragilis typ. Subass. Ausb. Urtica dioica

Salicetum albo-fragilis typ. Subass. Ausb. Petasites hybr.

Salicetum albo-fragilis feuchte Subass. mit Phragmites comm.

Salicetum albo-fragilis feuchte Subass. Ausb. Aster tradesc.

reifes Salicetum albo-fragilis trock. Subass. mit Imp. parvifl.

reifes Salicetum albo-fragilis trock. Subass. Ausb. Chaer. hirs.

reifes Salicetum albo-fragilis Übergang trocken/feucht

reifes Salicetum albo-fragilis Übergang trocken/feucht Ausb. Petasites hybr.

reifes Salicetum albo-fragilis Übergang trocken/feucht Ausb. Solidago gig.

reifes Salicetum albo-fragilis Übergang trocken/feucht Ausb. Senec. fluviat.

reifes Salicetum albo-fragilisfeuchte Subass. mit Phragmites comm.

Salicetum triandro-viminalis typische Subass.
Salicetum triandro-viminalis typ. Subass. Ausb. Urtica dioica
Salicetum triandro-viminalis Subass. Aster tradesc.
Salicetum triandro-viminalis Subass. Phragmites communis
Salicetum cinerea
Salicetum purpureae

Hartholzaue

Fraxinetum caricetosum albae Ausb. Viola hirta
Fraxinetum caricetosum albae typ.
Fraxinetum typische Subass
Fraxinetum typische Subass. Equis. hyem. Ausb.
Fraxinetum typische Subass. Phalaris arund. Ausb.
Fraxinetum typische Subass. Aegop. pod. Ausb.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum Subass. Tilia cord.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum caricetosum albae Ausb. Euph. cyp.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum caricetosum albae typ.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum typische Subass.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum typ. Subass. Ausb. Equis. hyem.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum Subass. Carex acutif.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum typ. Subass. Ausb. Aegop. pod.
Fraxino-Ulmetum bzw. Querco-Ulmetum typ. Subass. Ausb. Rubus caesius

Berberidion

Pruno-Ligustretum
Rhamno-Cornetum

H. GRÜNLANDGESELLSCHAFTEN/FETTWIESEN

Arrhenatherion elatioris

Arrhenatheretum elatioris brometosum typ.
Arrhenatheretum elatioris brometosum Ausb. Holcus lan.
Arrhenatheretum elatioris brometosum Ausb. Holcus lan. Variante Odondites rubra
Arrhenatheretum elatioris brometosum Ausb. Holcus lan. Variante Aegop. podagr.
Arrhenatheretum elatioris typische Subass.

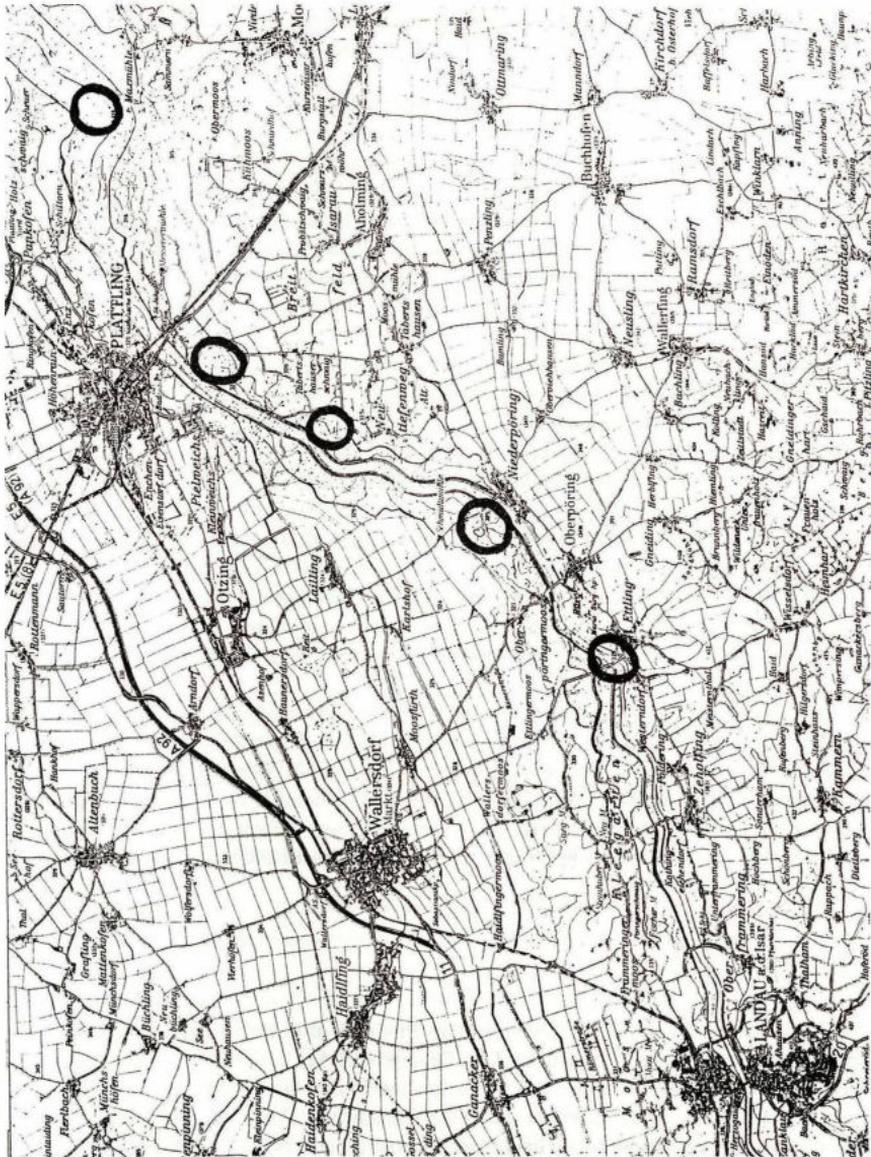


Abb.2: Exkursionspunkte der Exkursion G „Untere Isar“ (Ausschnitt aus Top. Karte 1:100.000 C 7542 Pfaffkirchen).

4. Bedeutung des Gebietes und Schutzbemühungen

Das Mündungsgebiet der Isar wird sowohl aufgrund seiner geobotanischen, als auch seiner faunistischen Ausstattung (z. B. Schwerpunktorkommen von Blaukehlchen und Moorfrosch)

als national bedeutendes Naturerbe und „biogenetisches Reservat“ bewertet. Seit Jahren wird daher die Sicherung besonders wichtiger Teilbereiche betrieben. Bereits 1973 wurde das Landschaftsschutzgebiet „Untere Isar“ ausgewiesen. Seit April 1990 besteht das 808 ha große Naturschutzgebiet „Isarmündung“, das den Großteil des Auwaldgürtels von Plattling abwärts umfaßt. Von den Krebscherengewässern ist eines als kleines Naturschutzgebiet, ein weiteres als Naturdenkmal geschützt. Den Naturdenkmalstatus hat auch der bedeutendste „Haidewiesen“-Rest („Sammerner Heide“). Drei Streuwiesenbereiche sind geschützte Landschaftsbestandteile.

Neben diesen hoheitlichen Maßnahmen wird in einem 30 km² großen Ausschnitt seit 1990 auf freiwilliger Ebene ein Naturschutzgroßvorhaben abgewickelt, das der Bundesminister für Umwelt aus seinem „Bundesprogramm zur Errichtung und Sicherung von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung“ mit 75 % der Kosten fördert. Weitere 12,5 % des auf rund 20 Millionen DM veranschlagten Projekts hat der Freistaat Bayern (Wasserwirtschaftsverwaltung, Bayerischer Naturschutzfonds) übernommen, der Rest entfällt auf den Landkreis Deggendorf als Projektträger, der auch für die Abwicklung zuständig ist. Die Gelder werden in erster Linie für Grundankäufe in bestimmten Kernbereichen verwendet, außerdem für sog. biotoplenkende Maßnahmen (wie die Umwandlung von Äckern in Extensivgrünland oder die Entbuschung von Streu- und Magerrasenbrachen) und einen Pflege- und Entwicklungsplan mit umfassender Zustandserfassung.

Grundlegendes Entwicklungsziel für das Projekt ist es, einerseits in weiten Bereichen, insbesondere der Überflutungszone, ein freies Walten der Natur zu ermöglichen, andererseits die ganze überkommene, kulturvermittelte Vielfalt an Arten und Lebensgemeinschaften in ihrer charakteristischen räumlichen Anordnung und als funktionierende ökologische Gebilde dauerhaft zu sichern. Letzteres erfordert die Wiederherstellung geeigneter Standortverhältnisse, die Anlage von Pufferflächen gegen die intensiv landwirtschaftlich genutzte Flur und eine sachgemäße Pflege.

5. Exkursionspunkte

Die Exkursionspunkte (s. Abb. 2) wollen einen Eindruck über die Standortbedingungen und resultierende Vegetation innerhalb des Überflutungsbereiches geben. Dabei werden an mehreren Punkten Bereiche, an denen Sedimentation und Erosion noch wirken, sowie reine Sedimentationsstandorte, und Altwässer mit unterschiedlichen Wassereinzugebieten aufgesucht. Es werden außerdem die im Laufe von Jahrzehnten an sich wandelnde ökologische und wasserbauliche Erkenntnisse anpassenden Ausgleichsmaßnahmen im Zuge von Flußausbau und Energiegewinnung vorgestellt und besichtigt.

6. Literatur

- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1961): Bodenschätzungs-Übersichtskarte des Regierungsbezirks Niederbayern, Blatt III.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1987): Deutsches gewässer-kundliches Jahrbuch, Donauebiet, Abflußjahr 1986.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN /Hrsg. (1979): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Isar Kurzfassung, München: 103 S.
- DWD (Deutscher Wetterdienst), 1952: Klimaatlas von Bayern. Bad Kissingen.
- FISCHER, F. (1883): Flora mettensis, Landhut: 203 S.
- GERSTLAUER, L. (1925): Neue Pflanzenfunde bei Deggendorf. Ber. Bayer. Bot. Ges. 18/1: 60-64.
- HAEUPLER, H. u. SCHÖNFELDER, P. (1989): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart: 768 S.
- HOFMANN, J. (1883): Flora des Isargebietes von Wolfratshausen bis Deggendorf. Landhut: LXIV + 377
- LINHARD, H. (1964): Die natürliche Vegetation im Mündungsgebiet der Isar und ihre Standortverhältnisse. Ber. Naturf. Ver. Landshut 24, 1-74.
- MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., Gellert, J., et al., 1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Bd. 1. BA f. Landeskunde & Raumforschung, Bad Godesberg.
- OBERDORFER, E., 1994: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 4. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- PFADENHAUER, J. (Projektleiter), 1991: Ökologische Zustanderfassung und Beweissicherung untere Isar zwischen Ettling und Isarmündung. - Gutachten im Auftrag des Freistaats Bayern und der Ostbayerischen Energieanlagen GmbH & Co KG, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Landshut.
- RIEMENSCHNEIDER, M. (1956): Vergleichende Vegetationsstudien über die Heidewiesen im Isarbereich. Ber. Bayer. Bot. Ges. 31, 75-120.

SCHRANK, F. v. P. (1789): Baierische Flora. München.

SENDTNER, O. (1854): Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München: 910 S.

ZAHLHEIMER, W. A. (1991): Errichtung und Sicherung von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Projekt: Mündungsgebiet der Isar. Natur u. Landsch. 66/1, 38-46.

Exkursion I / K: Vegetation südbayerischer Ackerbau­landschaften:

Die Versuchsstation des Forschungsverbundes Agrar­ökosysteme München (FAM) in Scheyern / Tertiärhügelland im Vergleich zur traditionell genutzten Feldflur bei Titting in der südlichen Frankenalb.

Dr. H. Albrecht, Dipl.-Ing. G. Anderlik-Wesinger, Dipl.-Ing. M. Kainz, Dipl. Ing. A. Mattheis

1. Exkursionsroute

Die Exkursion zur Vegetation südbayerischer Ackerbau­landschaften (vgl. Abb. 1) führt von Freising zunächst nach Scheyern ins oberbayerische Tertiärhügelland (33 km). Gegenstand der dortigen Führung sind die (vegetations-)ökologischen Untersuchungen im Rahmen des Forschungsverbundes Agrar­ökosysteme München (FAM). Von Scheyern geht es weiter auf der A 9 in die südliche Frankenalb. Dort steht die Besichtigung des traditionell genutzten Pfeimberges bei Titting auf dem Programm (126 km). Zurück nach Freising geht es direkt auf der Autobahn A 9 (229 km).

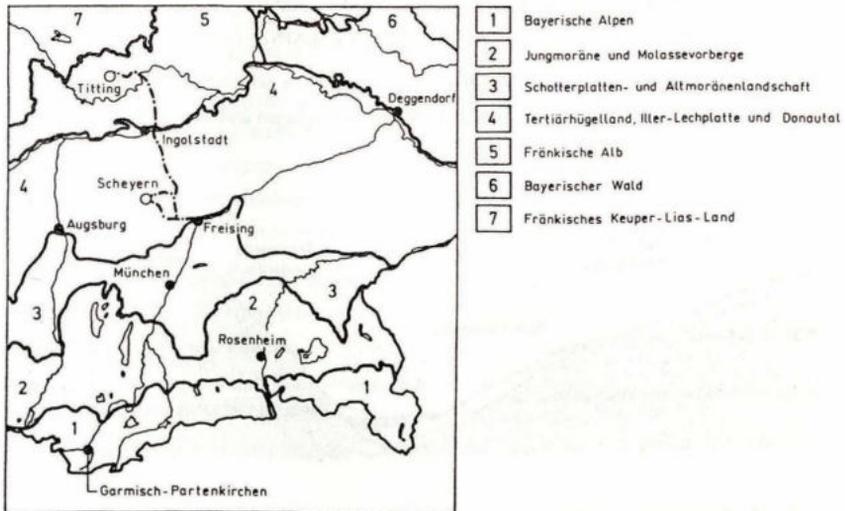


Abb. 1: Exkursionsroute

2. Die FAM-Versuchsstation Klostergut Scheyern

2.1 Standort und Nutzung

Die Versuchsstation Klostergut Scheyern liegt im Naturraum Tertiärhügelland, der in Bayern eine Fläche von 13.700 km² einnimmt (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962).

Die im Tertiärhügelland anstehende geologische Formation ist die Obere Süßwassermolasse. Sie entstand im Zuge der Alpenfaltung durch Verfüllung des zwischen Alpen, Frankenalb und Bayerischem Wald gelegenen Molassebeckens mit unterschiedlich gekörnten Lockersedimenten (SCHWERD & UNGER 1981). Im Miozän vor ca. 10 Mio. Jahren endete die Sedimentation und es kommt zur Hebung des Molassebeckens. Da der westliche Bereich stärker angehoben wird entwässert das Gebiet heute nach Nordosten. Mit Beginn des Quartärs vor ca. 2 Mio. Jahren begannen die Eiszeiten, während der das Tertiärhügelland nicht vergletschert war. Durch das eiszeitliche Frostwechselklima im Periglazialbereich kam es zu starken Erosions- und Solifluktionerscheinungen: Ein stark strukturiertes Relief und die charakteristischen asymmetrischen Täler (Abb. 2) entstehen (HOFMANN 1986). Durch Winderosion werden vor allem die in der Lee-Seite der Westwinde gelegenen Osthänge mit Schluff überdeckt. Heute finden sich dort Parabraunerden und nährstoffreiche Braunerden (Bodenzahlen 45-65). An den Kuppen und Westhängen dominieren dagegen falchgründige Braunerden aus anstehender Molasse (BZ 25-45). Das Versuchsgut Scheyern liegt 460 m über NN, der mittlere Jahresniederschlag beträgt 833 mm und die mittlere Lufttemperatur ist 7,4°C (AUERSWALD & KAINZ, 1990)

Die Böden des Tertiärhügellandes werden zu mehr als 50 % ackerbaulich genutzt. Grünland und Forste finden sich vor allem in den nicht ackerfähigen Hanglagen und Feuchtstandorten.

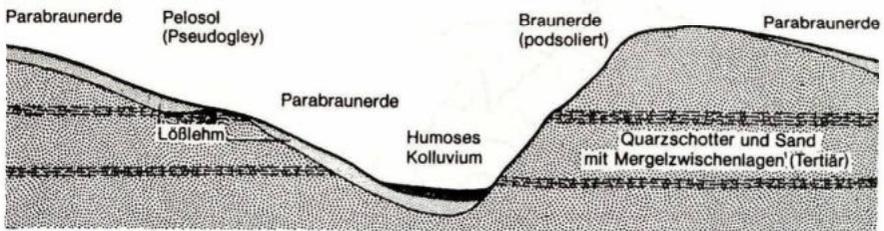


Abb. 2: Bodengesellschaften der asymmetrischen Täler im Donau-Isar-Hügelland zwischen München und Ingolstadt (aus DIETZ 1976)

2.2 Der Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM)

Der Forschungsverbund Agrarökosysteme München hat das Ziel, in einem Langzeitversuch die Auswirkungen umweltschonender und nachhaltiger Nutzungsstrategien auf das Agrarökosystem zu untersuchen. Zu diesem Grund wurde im Herbst 1990 das 143 ha große Klostergut Scheeyern gepachtet.

Vor Beginn des FAM-Projektes wurde der größte Teil des Untersuchungsgebietes durch die Verwaltung des Klostergutes Scheeyern bewirtschaftet. Deren wichtigste Einkommensquellen waren der Ackerbau und die Schweinezucht. Zudem gab es auf dem Versuchsgut drei Hopfengärten. Der Flächenertrag der Ackerfrüchte lag über den Durchschnittserträgen der Region. Das zum Klostergut gehörige Grünland war entweder an Landwirte aus der Umgebung verpachtet oder mit Pensionsvieh in niedriger GV-Dichte bestoßen. Neben den kloster eigenen Schlägen umfaßt das Untersuchungsgebiet auch einige angrenzende Flächen, die von benachbarten Betrieben zugepachtet wurden. Die Nutzungsintensität auf diesen Flächen war vor Projektbeginn höchst unterschiedlich.

Zeitlich ist das Projekt in drei Phasen untergliedert. Während der ersten Phase von November 1990 bis September 1992 wurde die vorher übliche, konventionelle Landnutzung fortgeführt und der Ausgangszustand der verschiedenen Agrarökosystem-Kompartimente, so wie er durch die vorherige Nutzung geprägt wurde, erfaßt. Wissenschaftler von 22 Instituten der Technischen Universität München-Weihenstephan und der Forschungsgesellschaft für Umwelt und Gesundheit GSF wirkten bei dieser Untersuchung abiotischer und biotischer Ressourcen mit.

Die Hauptphase des Projektes begann im Herbst 1992 mit der Teilung des Untersuchungsgebietes in zwei unterschiedlich wirtschaftende Betriebssysteme. Das eine Betriebssystem basiert auf den Prinzipien des integrierten Pflanzenbaues, die Bewirtschaftung des zweiten Betriebes erfolgt nach den Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL). Über die Lage und die Bewirtschaftung dieser beiden Betriebe informiert das beiliegende Faltblatt.

Begleitend zur Umstellung der Nutzung wurde das Untersuchungsgebiet unter der Zielsetzung des integrierten Naturschutzes (PFADENHAUER & GANZERT 1992) umgestaltet. Zur Reduktion von Nährstoff- und Pestizideinträgen, zur Minderung der Erosion und der Verdichtung sowie zur Förderung des verarmten Arteninventars wurden lineare Landschaftselemente, Brachen, Gewässerabstandstreifen, Grünland und Abfluß-Rückhaltebecken angelegt. Detaillierte Informationen über die der Umgestaltung zugrunde liegende integrierte Naturschutzplanung geben ANDERLIK-WESINGER et al. (1995).

Die Hauptphase des FAM-Projektes soll bis zum Jahre 2003 dauern. Während dieser Zeit bekommen die verschiedenen Bestandteile des Agrarökosystems Gelegenheit, sich an die Veränderung

der Bewirtschaftung und die Landschaftsumgestaltung anzupassen. Von 2004 bis 2005 wird dann in einer dritten Projektphase die Inventarisierung aus der ersten Phase wiederholt. Die dabei erfaßten Veränderungen sollen dann analysiert, bewertet und in Prognosemodelle überführt werden.

Räumliches Bezugssystem der durchgeführten Erhebungen sind ca. 400 in einem 50 x 50 Meter Rasternetz eingemessene Probeflächen. Die Größe der dort vegetationskundlich untersuchten Flächen beträgt jeweils 10 x 10 Meter. An jedem dieser Meßpunkte wird jährlich mindestens einmal das Artenspektrum, die Deckung einzelner Arten und die Deckung des Gesamtbestandes erfaßt (ALBRECHT et al. 1991). Zusätzlich wird mit unterschiedlicher Frequenz und räumlicher Auflösung der Bodensamenvorrat, die Individuendichte, die Phytomasse und die Absorption photosynthetisch aktiver Strahlung gemessen. Die Benennung der Gesellschaften folgt, falls nicht anders angegeben, OBERDORFER 1977, 1978 und 1983a). Die Artenbezeichnung erfolgte nach EHRENDORFER (1973).

2.3 Die Vegetation des Untersuchungsgebietes

Man geht heute davon aus, daß Buchen-betonte Mischwälder als natürliches Waldbild des Tertiärhügellandes anzusehen sind (ZEHENDNER 1986). Je nach Standort waren unterschiedliche Anteile an Tannen, Stieleichen, Vogelbeeren, Bergahorn, Eschen, Bergulmen, Birken, Espen, Fichten und Kiefern beigemischt. Heute dominieren im Tertärhügelland forstwirtschaftlich genutzte Fichten- und Kiefernbestände.

Einen Überblick über das Arteninventar der landwirtschaftlich genutzten Flächen des FAM-Versuchsgutes gibt Tabelle 1. Insgesamt wurden 353 höhere Pflanzenarten beobachtet.

2.3.1 Ackerflächen

Die Vegetation der Ackerflächen läßt sich durch Auftreten der Echten Kamille größtenteils der Assoziation *Alchemillo-Matricarietum chamomillae* zuordnen (Bezeichnung der soziol. Einheiten auf Ackerflächen nach HÜPPE & HOFMEISTER 1990). Neben einer typischen Subassoziation ist auf flachgründiger Molasse eine Subassoziation von *Scleranthus annuus* zu finden. Da auf den Flächen des Versuchsgutes vor Projektbeginn nur in geringem Umfang Sommerungen angebaut wurden, sind die Gesellschaften der Hackkulturen nur schwach ausgeprägt. Einen deutlichen Unterscheid zu den „normalen“ Ackerflächen weist die Vegetation der ehemaligen Hopfengärten auf: Sie zeichnet sich durch Massenvorkommen von *Poa annua* und *Stellaria media* und das Auftreten einiger weiterer, besonders störungstoleranter Arten aus. Neben den bisher beschriebenen Gesellschaften wurde im Gebiet auch ein kleinflächiges Vorkommen der Sandmohn-Assozia-

Tabelle 1: Vorkommen und Entwicklungstendenzen einzelner Arten innerhalb verschiedener Vegetationstypen auf dem Versuchsgelände des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München. Mindeststetigkeit II in einem Vegetationstyp. (+) und (-) kennzeichnen signifikante Veränderungen in der Deckung nach dem Vorzeichen-test von DIXON & MOOD.

Vegetationstyp	Acker ökologisch	Acker integriert	Ackerbrachen	Lineare Strukturen (neu)	Lineare Strukturen (alt)	Wiesen	Weiden
Anzahl Aufnahmen	116	129	30	7	14	48	62
<i>Legousia speculum-veners</i>	II ⁽⁺⁾	I	I ⁽⁻⁾				
<i>Polygonum aviculare</i>	III ⁽⁺⁾	I ⁽⁻⁾	I ⁽⁻⁾	I ⁽⁻⁾			
<i>Thlaspi arvense</i>	III	I ⁽⁻⁾					I
<i>Atriplex patula</i>	II ⁽⁺⁾	I					
<i>Chenopodium polyspermum</i>	II	I					
<i>Galeopsis tetrahit</i>	II	I			I		
<i>Galinsoga ciliata</i>	II	I					
<i>Lamium simplexcaule</i>	II	I ⁽⁻⁾					
<i>Plantago intermedia</i>	II	I	I	I			
<i>Polygonum hydropiper</i>	II	I					I
<i>Polygonum lapatifolium</i>	II	I ⁽⁻⁾				I	I
<i>Lamium purpureum</i>	IV	IV ⁽⁺⁾	I	I ⁽⁻⁾	I	I	I
<i>Chenopodium album</i>	IV ⁽⁺⁾	II ⁽⁻⁾					I
<i>Fallopia convolvulus</i>	III	II ⁽⁻⁾			I		
<i>Lactuca serriola</i>	II	II	I		I	I	I
<i>Aphanes arvensis</i>	III ⁽⁺⁾	III ⁽⁻⁾	I	III	I	I	I
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	V	II ⁽⁻⁾	I ⁽⁻⁾	II ⁽⁻⁾	I	I	III ⁽⁺⁾
<i>Veronica hederifolia</i>	II	II ⁽⁻⁾	I		II	I	
<i>Matricaria chamomilla</i>	V ⁽⁺⁾	V	I ⁽⁻⁾			I	II
<i>Stellaria media</i>	V ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	I ⁽⁻⁾			II	III ⁽⁺⁾
<i>Viola arvensis</i>	IV	V ⁽⁺⁾	III ⁽⁻⁾	I	I	I	I
<i>Betula pendula</i>	I	I	III ⁽⁺⁾				
<i>Picea abies</i>	I	I	III ⁽⁺⁾				
<i>Carpinus betulus</i>			II				
<i>Sorbus aucuparia</i>			II	I	I		
<i>Epilobium angustifolium</i>			III ⁽⁺⁾				
<i>Epilobium hirsutum</i>	I	I	II ⁽⁺⁾	I			
<i>Epilobium parviflorum</i>	I		III ⁽⁺⁾				
<i>Crepis capillaris</i>			II ⁽⁺⁾				
<i>Leontodon hispidus</i>			II	I	I	I	I
<i>Mentha arvensis</i>	I	I	II	I			
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	I	I	II ⁽⁺⁾				
<i>Crepis biennis</i>			III ⁽⁺⁾	I	I	III ⁽⁺⁾	I
<i>Agrostis tenuis</i>			III ⁽⁺⁾	I	I	I	III
<i>Carum carvi</i>	I	I	II	I		III ⁽⁺⁾	III
<i>Odontites verna</i>	I	I	II		II		
<i>Hypochoeris radicata</i>			II ⁽⁺⁾	II		I	I
<i>Trifolium dubium</i>	I		III			II	I
<i>Crataegus monogyna</i>			I	III			
<i>Vicia tetrasperma</i>	I	I	III	I	I		
<i>Bromus inermis</i>			II	I			
<i>Calamagrostis epigeios</i>			I	II	I		
<i>Conyza canadensis</i>	I	I	I	II	I		
<i>Lotus corniculatus</i>	I	I	I	II	I	I	I
<i>Prunus spinosa</i>	I	I	I	II	I		
<i>Sherardia arvensis</i>	I	I	I	II			
<i>Tussilago farfara</i>	I	I	I	II			
<i>Vicia angustifolia</i>	I	I	I	II	I	I	
<i>Torilis japonica</i>				II	IV		
<i>Daucus carota</i>	I	I	I	II	II		
<i>Agrostis gigantea</i>				II	III		
<i>Holcus mollis</i>				II	III	I	I
<i>Geranium pusillum</i>	I	I	I	II	II	I	I
<i>Quercus robur</i>					III		
<i>Convolvulus arvensis</i>	I	I	I			III	I
<i>Agrimonia eupatoria</i>					II		
<i>Clinopodium vulgare</i>					II		
<i>Knautia arvensis</i>	I	I	I	I	II	I	I
<i>Medicago lupulina</i>	I	I	I	I	II	I	I
<i>Trifolium medium</i>					II		

Vegetationstyp	Acker ökologisch	Acker integriert	Ackerbrachen	Lineare Strukturen (neu)	Lineare Strukturen (alt)	Wiesen	Weiden
Anzahl Aufnahmen	116	129	30	7	14	48	62
<i>Galium mollugo</i>		I	I	I		IV	III
<i>Heracleum sphondylium</i>	I	I	I	I ⁽⁻⁾		IV	II
<i>Lathyrus pratensis</i>						II	II
<i>Ranunculus acris</i>	I	I	I	I		II	IV ⁽⁺⁾
<i>Stellaria graminia</i>	I	I	I	I		III	I
<i>Bellis perennis</i>	I	I	I	I		I	III
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.						I	II
<i>Cynosurus cristatus</i>	I	I	I	I		I	II
<i>Veronica serpyllifolia</i>	I	I	I	I		II ⁽⁺⁾	II
<i>Cardamine pratensis</i>						I	II
<i>Cerastium glomeratum</i>						I	I
<i>Anthriscus sylvestris</i>	I	I	I	I		I	IV
<i>Ranunculus ficaria</i>							III
<i>Apera spica-venti</i>	IV ⁽⁺⁾	IV ⁽⁺⁾	III	III ⁽⁺⁾		I	
<i>Anthemis arvensis</i>	IV ⁽⁺⁾	III	II ⁽⁻⁾	III ⁽⁺⁾		I	I
<i>Sonchus asper</i>	IV ⁽⁺⁾	II	II	III		I	I
<i>Galium aparine</i>	V	V	IV ⁽⁺⁾	IV	III	I	I
<i>Myosotis arvensis</i>	V ⁽⁺⁾	IV ⁽⁻⁾	IV	III	II	I	I
<i>Veronica persica</i>	V ⁽⁺⁾	V	III ⁽⁺⁾	II	II	I	I
<i>Cirsium arvense</i>	III	III ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	IV	I	I
<i>Geranium dissectum</i>	II ⁽⁺⁾	II	III	IV	III	I	I
<i>Equisetum arvense</i>	II ⁽⁺⁾	II ⁽⁺⁾	II	III	III	I	I
<i>Vicia hirsuta</i>			II	II ⁽⁺⁾	III	I	I
<i>Lapsana communis</i>	III ⁽⁺⁾	I	II	I	III	I	I
<i>Cirsium vulgare</i>	I	II	IV ⁽⁺⁾	III ⁽⁺⁾	I	I	I
<i>Epilobium adenocaulon</i>	I	III ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	IV	II		
<i>Trifolium repens</i>	IV ⁽⁺⁾	I	IV ⁽⁺⁾	V	IV	IV	V ⁽⁺⁾
<i>Dactylis glomerata</i>	II	I	IV ⁽⁺⁾	V	V	V	V
<i>Rumex obtusifolius</i>	II	I	IV ⁽⁺⁾	III	I	III	IV ⁽⁻⁾
<i>Trifolium pratense</i>	II	I	III ⁽⁺⁾	V	III	IV	III ⁽⁺⁾
<i>Pheleum pratense</i>	II	I	II	II ⁽⁺⁾	IV	IV	II
<i>Ranunculus repens</i>	II	I	II ⁽⁺⁾	II	IV ⁽⁺⁾	IV ⁽⁺⁾	IV ⁽⁺⁾
<i>Hypericum perforatum</i>	I	I	III ⁽⁺⁾	IV ⁽⁺⁾	IV	I	
<i>Geum urbanum</i>	I	I	II ⁽⁺⁾	II	II		
<i>Plantago major</i>	I	I	II	II	II	I	I
<i>Arrhenatherum elatius</i>	I	I	V ⁽⁺⁾	II ⁽⁺⁾	V	III	
<i>Trisetum flavescens</i>			II ⁽⁺⁾	I	III	IV	I
<i>Urtica dioica</i>	I	I	II ⁽⁺⁾	II ⁽⁺⁾	III	II	I
<i>Cerastium holosteooides</i>	I	I	IV ⁽⁺⁾	III	III	V ⁽⁺⁾	IV ⁽⁺⁾
<i>Lolium perenne</i>	I	I	II	IV	III	II	V ⁽⁺⁾
<i>Festuca rubra</i>			II	III	IV	I	II
<i>Agrostis stolonifera</i>	I	I	III ⁽⁺⁾	III	IV	II ⁽⁺⁾	III ⁽⁺⁾
<i>Alopecurus pratensis</i>	I	I	II ⁽⁺⁾	III	IV	V	V ⁽⁺⁾
<i>Rumex acetosa</i>	I	I	II	II	II	IV	IV ⁽⁺⁾
<i>Festuca pratensis</i>	I	I	II	II	II	IV	II
<i>Plantago lanceolata</i>	I	I	III ⁽⁺⁾	III	III	III ⁽⁺⁾	III ⁽⁺⁾
<i>Bromus hordeaceus</i>			II	III	II	III	II
<i>Holcus lanatus</i>	I	I	III ⁽⁺⁾	III	II	III	II
<i>Achillea millefolium</i>	I	I	III ⁽⁺⁾	I	III	II	III
<i>Poa pratensis</i>				III ⁽⁺⁾	V	III	IV ⁽⁺⁾
<i>Veronica chamaedrys</i>				I	II	III	II ⁽⁺⁾
<i>Anthoxanthum odoratum</i>				I	II	II	III ⁽⁺⁾
<i>Festuca arundinacea</i>				I	III ⁽⁺⁾	III	I
<i>Taraxacum officinale</i>	V ⁽⁺⁾	IV ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	V	V	V
<i>Agropyron repens</i>	V ⁽⁺⁾	V	V ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	V	III	IV ⁽⁺⁾
<i>Poa trivialis</i>	III ⁽⁺⁾	II ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	V	V	V
<i>Poa annua</i>	V ⁽⁺⁾	V ⁽⁺⁾	IV	III	II	I	II ⁽⁺⁾
<i>Veronica arvensis</i>	III	III ⁽⁻⁾	III	III	I	II	III ⁽⁺⁾

Anzahl sign. Zunahmen	19	8	33	12	0	9	11
Anzahl sign. Abnahmen	1	13	9	6	0	1	9

tium *Papaveretum argemones* nachgewiesen. Die Gesellschaft ist im Gebiet vor allem durch *Veronica triphyllos* und *Trifolium arvense* gekennzeichnet. Unter Hackfrüchten wird sie durch die Fingerhirsen-Gesellschaft, die durch *Digitaria ischaemum* und *Setaria viridis* gekennzeichnet ist, ersetzt. Das Vorkommen des Acker-Krummhals (*Anchusa arvensis*) weist darüber hinaus auf eine enge Verbindung zur subkontinental verbreiteten Gesellschaft *Lycopsietum arvensis* hin. Die Sandmohn- und Fingerhirsen-Gesellschaft kommen heute nur noch in einem kleinen, bisher sehr extensiven genutzten Teil des Gebietes vor. Es ist anzunehmen daß sie vor der Intensivierung des Ackerbaus wesentlich weiter verbreitet war. Eine Krumenfeuchte-indizierende Variante konnte vor allem über Untersuchungen zur Diasporenbank des Bodens nachgewiesen werden. Häufig wurden dabei die Sippen *Juncus bufonius*, *Plantago intermedia*, *Sagina procumbens* und *Gnaphalium uliginosum* gefunden. Mit dem Acker-Kleinling (*Centunculus minimus*) und dem Mäuseschwänzchen (*Myosurus minimus*) konnten aber auch gefährdete Arten nachgewiesen werden. Weitere, auf den Äckern vorkommende Arten der Roten Listen sind *Centaurea cyanus* (30 Rasterpunkte) und *Ranunculus arvensis* (4 RP). Florengographisch interessant erscheint das Auftreten von *Legousia speculum-veneris*, die an 25 % aller Meßpunkte vorkam. Die Art gilt als Basenzeiger und wird als subkontinental verbreitete Art nördlich der Donau zunehmend seltener. Im Untersuchungsgebiet besitzt der Gemeine Frauenspiegel offensichtlich eine so weite ökologische Amplitude, daß er sich auch auf Substraten im pH-Bereich unter 5 noch behaupten kann.

2.3.2 Grünland

Im Gegensatz zu den Ackerflächen wurden die Grünlandbestände des Untersuchungsgebietes zu Projektbeginn relativ extensiv genutzt. Daß das Grünland darüber hinaus nur an den Stellen zu finden ist, die sich wegen der Reliefenergie oder der Feuchtigkeit nicht zum Ackerbau eignen, führt eine vielfältiges Mosaik aus Glatthaferwiesen (*Arrhenateretum elatioris*), Weidelgras-Weißklee-Weiden (*Lolio-Cynosuretum*), Quecken-Rasen (*Agropyron-repens*-Dominanzbestände), Kohldistelwiesen (*Angelico-Cirsietum*) und Schilfröhricht (*Phragmitetum communis*). Die Bestände zeichnen sich weniger durch seltene Arten (Vorkommen von *Dactylorhiza majalis*, *Rhinanthus serotinus* und *Myosurus minimus*) als durch ihre große Artenvielfalt aus.

2.3.3 Lineare Landschaftselemente

Zu Projektbeginn war das Versuchsgut Scheyern vergleichsweise arm an Linearen Landschaftselementen. Dies liegt vor allem in den schon zu historischen Zeiten arondierten Besitzverhältnissen des Klostersgutes begründet. Die für das Tertiärhügelland typischen, schlehenbewachsenen Stufenraine konnten sich nur dort entwickeln, wo unterschiedliche Nutzungen (z.B. Acker/Grünland) bzw. Besitzgrenzen aneinanderstossen. So sind die im Gebiet am häufigsten auftretenden Struk-

turen Weg- und Grabenränder. Die Ausbildung ihrer Pflanzengemeinschaften hängt von der vormaligen bzw. der aktuellen Nutzung und Breite sowie vom Eintrag aus angrenzenden Flächen ab (KLEYER 1991). Auf dem Klostergut wurden alle Wegraine früher einmal jährlich vor der Ernte gemulcht.

In den oberhalb von Äckern gelegenen Bereichen finden sich dort noch kleinflächige Reste der basiklinen, mesophytischen Saumgesellschaft *Trifolio-Agrimonetum eupatoriae*. Sie wird durch die namengebenden Arten *Trifolium medium* und *Agrimonia eupatoria* gekennzeichnet. Hochstete Begleiter sind *Lotus corniculatus*, *Knautia arvensis*, *Galium mollugo*, *Veronica chamaedrys* sowie die Fettwiesen-typischen Gräser *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra* und *Dactylis glomerata*. Magerrasenarten, wie sie u.a. MÜLLER 1962, PASSARGE 1979, REIF & LASTIC 1985 beschrieben, fehlen auf der Versuchstation fast völlig.

Stärker durch die ackerbauliche Nachbarnutzung gekennzeichnete Standorte werden von nitrophytischen Saumgesellschaften mit *Arrhenatherum elatius*, *Agropyron repens*, *Dactylis glomerata* sowie den vereinzelt vorkommenden Hochstauden *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus silvestris* und *Urtica dioica* beherrscht. Zum Wegrand hin gehen diese in die Trittpflanzengesellschaft *Lolio-Polygonetum arenastris* über.

Entlang von beschatteten Heckensäumen findet man den Heckenkerbelsaum (*Alliario-Chaerophylletum temuli*) mit *Chaerophyllum temulum*, *Geum urbanum*, *Lamium maculatum* und *Alliaria petiolata*. Weniger beschaffungsverträglich ist die Gesellschaft des Zwerg-Holunders (*Sambucetum ebuli*), die im Juli einen sehr auffälligen Blühaspekt bildet. In ihrem Unterwuchs finden sich v.a. *Urtica dioica*, *Poa trivialis* und *Convolvulus arvensis*.

Bei der Umgestaltung des Gebietes wurde gezielt versucht, dessen defizitäre Ausstattung mit Gehölzstrukturen zu verbessern. Schwerpunkt der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen war dabei die Einbringung und Etablierung mesophytischer Mittel-Klee-Odermenning-Säume. Als Anlagevarianten wurden Anpflanzungen, Ansaaten mit und ohne Juteabdeckung sowie die Bestandsbegründung durch Mähgut getestet. Zur Erfolgskontrolle wurden Mittel-Klee und Odermenig als Zielarten herangezogen. Nach zwei Jahren unterscheiden sich die Varianten vor allem hinsichtlich ihrer Etablierungsgeschwindigkeit.

2.4 Nutzungsbedingte Vegetationsveränderungen

Die Erfassung der nutzungsbedingten Vegetationsveränderungen ist das eigentliche Ziel der auf dem FAM-Versuchsgut durchgeführten Untersuchungen. Drei Jahre nach Umgestaltung der Landschaft und Umstellung der Nutzung lassen sich bereits deutliche Entwicklungstendenzen erkennen.

2.4.1 Artenzahlen

Die Entwicklung der mittleren Artenzahlen in verschiedenen Nutzungstypen zeigt Abb. 3. Signifikant höhere Artenzahlen als bei der Ersterhebung wurden im Grünland, auf den ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen und auf den brachgefallenen Äckern beobachtet. Zu einem anfänglichen Anstieg der Artenzahl kam es auch in den neu angelegten linearen Landschaftselementen (LL). Hauptursache hierfür ist, daß sich nach der Aufgabe der Ackernutzung Ackerwildkräuter, windverbreitete Arten, Gräser und Hochstauden ungestört entwickeln konnten (vgl. unten). Seit 1994 zeigt die Artenausstattung der Brachen und der neu angelegten linearen Landschaftselemente wieder eine rückläufige Tendenz, was maßgeblich auf den Ausfall der einjährigen Ackerwildkräuter zurückzuführen ist. Auf dem gleichen Niveau wie in der Projektvorphase blieben die Werte auf den seit 1993 "integriert" bewirtschafteten Ackerflächen und in den unverändert gebliebenen linearen Landschaftselementen. Zwar sind auch hier gewisse Schwankung in der Artenzahl zu beobachten, aufgrund der geringfügigen Veränderungen im Nutzungsregime zeichnen sich bislang jedoch keine gerichteten Veränderungstendenzen ab.

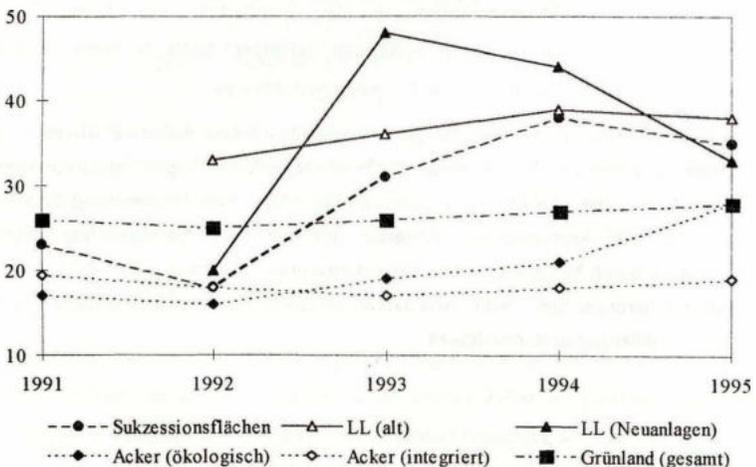
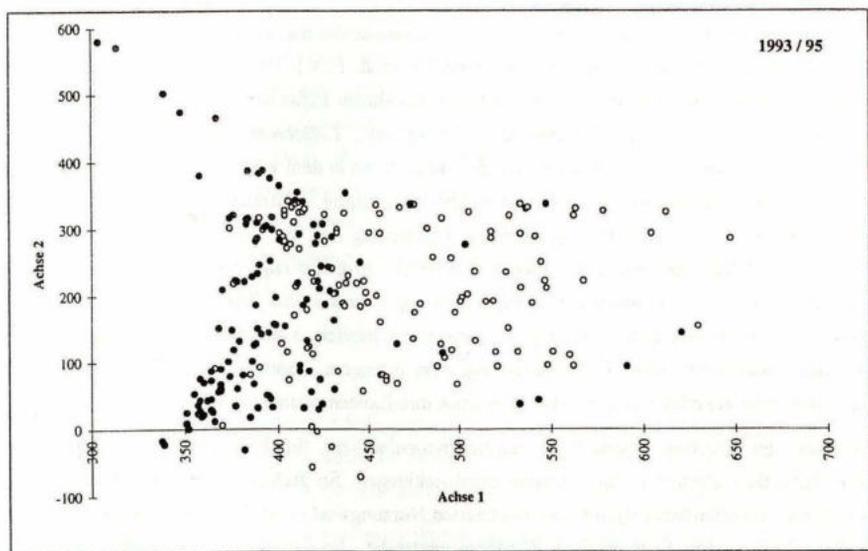
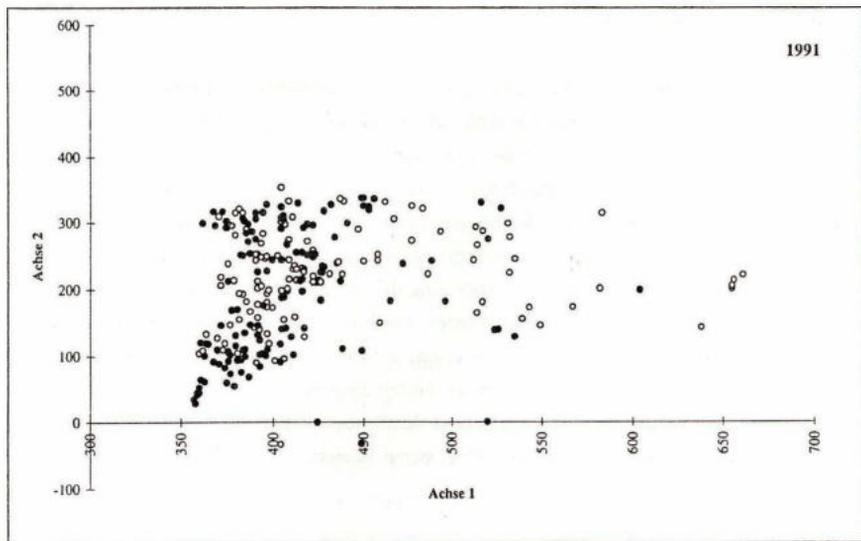


Abb. 3: Veränderung der mittleren Artenzahlen höherer Pflanzen von 1991 bis 1995



seit 1993: ○ Integrierte Bewirtschaftung ● Ökologische Bewirtschaftung

Abb.4: Entwicklung der Artenzusammensetzung von Ackerwildpflanzenbeständen nach Umstellung von konventionellem (1991) auf integrierten bzw. ökologischen Landbau (1993/95)

2.4.2 Artenzusammensetzung

Ein Verfahren, mit dem sich die Veränderung der Artenzusammensetzung besonders anschaulich wiedergeben läßt, ist die Ordination mit Hilfe der Detrended Correspondence Analysis (Abb. 4). Die schwarzen Punkte in diesem Ordinationsdiagramm bezeichnen diejenigen Rasterpunkte, an denen Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden. Die aufgetragenen Achsen beschreiben „künstliche“ Variable, entlang derer die Streuung der Vegetationsgradienten maximiert wird. Je weiter also zwei Punkte voneinander entfernt liegen, um so stärker unterscheiden sich deren Artenspektren. Als Beispiel ist in dieser Abbildung die Veränderung der Ackerwildpflanzen vor und nach der Nutzungsumstellung wiedergegeben. Die Flächen des integrierten und des ökologisch wirtschaftenden Betriebsteiles sind durch verschiedene Symbole gekennzeichnet. Aus dem oberen Diagramm ist zu erkennen, daß die Flächen der beiden Systeme 1991 noch sehr eng beieinander lagen. Nach der Umstellung kam es dann zu einer deutlichen Trennung. Durch die Umstellung hat sich also die Ähnlichkeit der beiden Betriebssysteme hinsichtlich ihrer Ackerwildkrautbestände deutlich verringert.

2.4.3 Einzelarten

Einen Überblick darüber, inwieweit durch die Nutzungsänderung einzelne Arten zu- oder abgenommen haben, gibt Tab. 1 (vgl. PFADENHAUER et al. 1996). Eine Artengruppe, die über das gesamte Untersuchungsgebiet gesehen deutliche Zunahmen aufweist, sind windverbreitete Arten wie *Arrhenatherum elatius*, *Cirsium* spp., *Crepis* spp., *Epilobium* spp., *Sonchus asper* und *Taraxacum officinale*. Ursache hierfür ist, daß diese Arten in dem weitverzweigten Netz von stillgelegten Ackerflächen und Ackerrändern Rohbodenstandorte vorfanden. Solche Standorte boten den Windverbreitern ideale Bedingungen zur Etablierung und zur weiteren Besiedlung benachbarter Nutzflächen. Bei den Arten *Anagallis arvensis*, *Brassica napus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Fallopia convolvulus*, *Lamium* spp., *Polygonum* spp., *Ranunculus ficaria*, *Thlaspi arvense* und *Viola arvensis*, die alle signifikant abgenommen haben, handelt es sich fast ausnahmslos um therophytische Ackerwildkräuter. Deren Rückgang steht in engem Zusammenhang damit, daß diese in den nicht mehr ackerbaulich genutzten Bereichen ihre Existenzgrundlage verloren haben.

Innerhalb der einzelnen Vegetationstypen bestimmen weitere, für die jeweilige Nutzung charakteristische Besonderheiten die Vegetationsentwicklungen. So stehen in den ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen aufgrund der reduzierten Nutzungsintensität 20 Zunahmen und 11 unveränderte Vorkommen einer einzigen Abnahme gegenüber. Im Gegensatz dazu deutet das leichte Übergewicht der rückläufigen Arten im integrierten Betrieb auf eine Steigerung der Effizienz bei der Wildkrautregulierung hin.

In den Ackerbrachen wird die Vegetationszusammensetzung inzwischen vor allem von den windverbreiteten Sippen und von ausdauernden Gräsern bestimmt. Die signifikante Zunahme von Birke und Fichte zeigt, daß sich auch die Bäume schon in den Sukzessionsflächen etablieren. Die einjährigen Ackerwildkräuter sind dagegen deutlich zurückgegangen.

Mit der Differenzierung der Grünlandnutzung divergiert auch die Vegetationszusammensetzung der jeweiligen Standorte. So ist sowohl auf den integriert als auch auf den ökologisch genutzten Wiesen eine allmähliche Zunahme typischer Glatthaferwiesen-Arten wie *Arrhenatherum elatius* oder *Plantago lanceolata* zu beobachten. Diese wird verursacht durch die zweischürige Nutzung und durch den Wegfall der Düngerzufuhr. Da zumindest Teile der Wiesenstandorte vor der Umstellung mit einer höheren Nutzungsintensität bewirtschaftet wurden, lassen sich die beobachteten Veränderungen als Aushagerungseffekt interpretieren. Ebenfalls auf Veränderungen in der Bewirtschaftung ist die Abnahme der Nährstoff- und Störungszeiger wie *Agropyron repens*, *Alopecurus pratensis*, *Capsella bursa-pastoris* und *Poa annua* auf den Weiden zurückzuführen. Hier erfolgt vor dem Auftrieb der Rinder eine Schnittnutzung. In den Grünbrachen hat die sich über unterirdische Rhizome ausbreitende Quecke besonders stark zugenommen. Diese vermag mit ihren Trieben auch die dichte Streuauflage der Brachen zu durchbrechen. Niederwüchsige und lichtbedürftige Arten wie *Taraxacum officinale* oder *Trifolium repens* sind dagegen nicht in der Lage, sich gegen die Konkurrenz hochwüchsiger Gräser und Kräuter zu behaupten.

Die linearen Landschaftselemente, die auf Ackerflächen neu angelegt oder erweitert wurden, zeigen in der Vegetationsentwicklung große Ähnlichkeit zu den Ackerbrachen. Auch hier haben windverbreitete Arten zu- und Ackerwildkräuter abgenommen. Zudem kam es hier zur Zunahme hochwüchsiger Stauden (*Urtica dioica*, *Heracleum sphondylium*) und von Gräsern (*Arrhenatherum elatius*, *Festuca arundinacea*, *Phleum pratense*, *Poa* spp.), die besonders in den verbreiterten Strukturen ihre Areale vergrößern konnten. Die Konstanz der Arten in den bereits bestehenden linearen Landschaftselementen zeigt, daß sich die dortigen Lebensbedingungen für Pflanzen kaum verändert haben.

2.5 Floristische Raritäten

Obwohl die Versuchstation Klostergut Scheyern von Natur aus kaum Extremstandorte für floristische Besonderheiten aufweist und auch die Nutzung der zurückliegenden Jahrzehnte viel zur Artenverarmung beigetragen hat, fanden sich im Gebiet trotzdem einige bemerkenswerte Sippen.

Der Acker-Kleinling (*Centunculus minimus*) wurde fast ausschließlich bei Samenbankanalysen nachgewiesen. Der größte Teil von insgesamt 13 Fundstellen konzentriert sich auf das von Fichtenforsten eingefaßte Wiesental im Süden des Gebietes. Gemeinsam ist diesen Punkten ein pH-

Wert < 6 und eine nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes > 150 mm (SINOWSKI 1995).

Die Aufrechte Weißmiere (*Moenchia erecta*) wurde vermutlich im Rahmen einer Grünland-Neuanlage im ökologisch wirtschaftenden Betrieb mit eingesät. Zwischen 1993 und 1995 wurden wiederholt Exemplare beobachtet. Über die Herkunft der Sippe liegen keine genaueren Kenntnisse vor. Sie gilt in Bayern als verschollen (SCHÖNFELDER 1987).

Die Zahnstocher-Knorpelmöhre (*Ammi visnaga*) wurde im Gebiet einmal zusammen mit mehrjährigen Ruderalarten beobachtet. Eine ausführlichere Beschreibung dieses Fundes geben ANDERLIK-WESINGER und KÜHN (1992)

Das wohl bekannteste Vorkommen einer gefährdeten Pflanzenart in Scheuern ist der Bestand der Wassernuß (*Trapa natans*). Es handelt sich um das vermutlich einzige autochthone Vorkommen dieser Art in Bayern. Nähere Informationen zu diesem Fund geben BOLENDER und KAPLAN (1977).

3. Der Pfeimberg bei Titting

3.1 Standort und Nutzung

Ausgangsgesteine für die Bodenbildung in der südlichen Frankenalb sind Kalk- und Dolomitgesteine des Malm (Abb. 5). Sie entstanden, indem sich im Jurameer zunächst bis zu 80 m hohe Kieselschwamm - Riffe bildeten. Gegen Ende des Malm nahm das Riffwachstum infolge starker

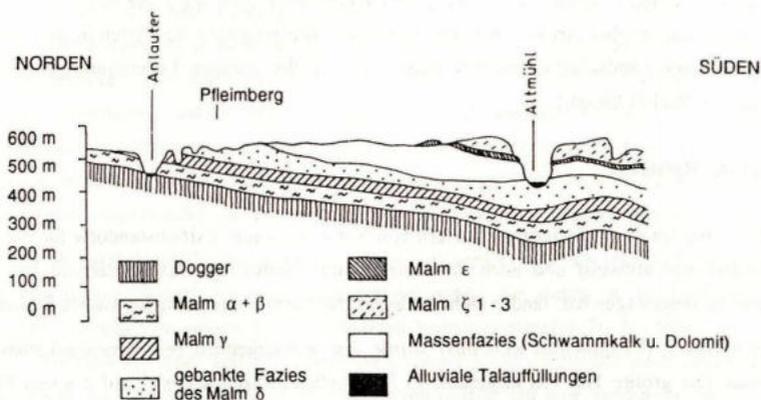


Abb. 5: Nord-Süd-Profil durch die Südliche Frankenalb (aus SIEBEN & OTTE 1992).

Verflachung des Meeres ab (MEYER, 1981). In die Wannen zwischen den Riffbänken sedimentierten äußerst feinkörnige Plattenkalke (MEYER & SCHMIDT-KALER 1984). Im Profil sind diese Kalkplatten als weiße Bänder zu erkennen. Die dunklen Bänder zwischen den Kalkplatten sind mergelige Tonrübungen, die als Mergelfäule bezeichnet werden.

Die wichtigsten Bodentypen, die aus diesen Substraten entstanden, sind flachgründige Mull- und Braunlehrendzinen, deren Bodenzahlen in der Größenordnung von 20 - 32 bzw. 25 - 45 variieren. Die landwirtschaftliche Nutzbarkeit dieser Böden wird durch ihre Flachgründigkeit, ihren hohen Steingehalt und ihre Trockenheit limitiert. Die typischen Kulturen, die auf diesen Böden heute angebaut werden, sind Winterroggen, Braugerste und Luzerne. Für Weizen sind die Böden zu trocken. Juragemenge, ein mehrjähriges Gemenge aus Esparsette, Luzerne, Hornschotenklee und verschiedenen Gräsern, wird aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr kultiviert.

Die Meereshöhe des Pfeimberg-Plateaus liegt zwischen 500 und 520 m über NN und die jährlichen Niederschläge variieren zwischen 700 - 800 mm.

Man geht heute davon aus, daß Buchen-betonte Laubmischwälder das natürliche Waldbild der südlichen Frankenalb geprägt haben (FISCHER 1995). Als dominante Gesellschaft nährstoff- und basenreicher Böden mit mittlerer bis guter Wasserversorgung ist der Waldgersten-Buchenwald (*Hordelymo-Fagetum*) anzusehen. Auf trockeneren Standorten (Südexposition, Hanglagen, flachgründigere Böden) wird er durch den Seggen- (= Orchideen-) Buchenwald (*Carici-Fagetum*) ersetzt. Den Übergang zu natürlich baumfreien Trockenrasen bilden schließlich die kleinflächig auftretenden Blaugras-Buchenwälder (*Seslerio-Fagetum*). Heute sind viele Buchenwälder der südlichen Frankenalb noch vergleichsweise naturnah erhalten.

3.2 Nutzungsgeschichte (nach SIEBEN & OTTE 1992)

Laut Urkataster von 1832 wurde der Pfeimberg lange Zeit als Hutung genutzt, die in die Allmendefläche der Gemeinde einbezogen war. Alle eingesessenen Bewohner der Gemeinde besaßen das Recht, ihr Vieh auf diese Flächen aufzutreiben. Vermutlich existierten schon damals einzelne Ackerparzellen (vgl. Abb. 6), die heute durch ihre vergleichsweise große Parzellierung auffallen. Die Auflösung der Allmende auf dem Pfeimberg vollzog sich in zwei Schritten und geht auf eine Verordnung aus dem Jahr 1805 zurück. Bei einer ersten Aufteilung erhielt jeder Rechtler des Ortes eine Parzelle von 0,4 Tagwerk (=0,14 ha). Dorfbewohner, die nur ein halbes Weiderecht besaßen, mußten sich eine Parzelle teilen. Im Jahr 1856 erfolgte eine zweite Parzellierung des Pfeimberges in 55 gleich große Parzellen à 0,17 ha, die wiederum an die Rechtler vergeben wurden. In vielen Dörfern der Umgebung erfolgte die Fluraufteilung in ähnlicher Weise. Mit der Flurbereinigung und der Intensivierung der Landnutzung verschwanden diese alten Flurformen dann allmählich. In Titting waren maßgeblich die Jäger daran beteiligt, daß das kleinflächig struk -

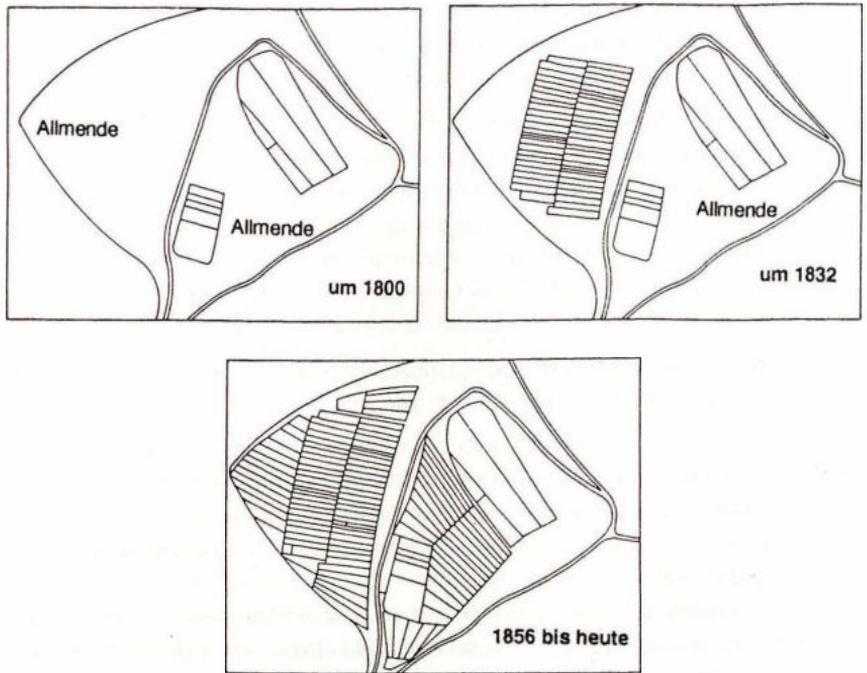


Abb 6: Aufteilung der Allmende auf dem Pfleimberg im 19. Jahrhundert.

turierte Nutzungsmosaik aus Acker, Brachen, Triften, Lesesteinriegeln und Wirtschaftsgrünland erhalten geblieben ist. Gegenwärtig läuft in Titting ein Flurneuordnungsverfahren. Nach dem aktuellen Stand des Verfahrens soll die gegenwärtige Einteilung der Gewanne erhalten bleiben. Um die Biozönosen der Nutzflächen zu fördern, möchte der Landkreis Eichstätt möglichst viele Flächen pachten. Diese sollen dann mit restriktiven Bewirtschaftungsauflagen den Landwirten überlassen werden. Auch die Schäferei leidet im Anlautertal nicht unter Nachwuchsproblemen. Darüber hinaus ist eine bessere „touristische“ Erschließung des Gebietes geplant.

3.3 Vegetation (nach SIEBEN & OTTE 1992)

Einen Überblick über die Artenausstattung der auf dem Pfleimberg bei Titting gefundenen Vegetationstypen gibt Tabelle 6.

Tab. 2. Stetigkeitstabelle der auf dem Pfeilberg bei Titting erfaßten Vegetationstypen

Zahl der Aufnahmen	Halmfruchtkulturen					Blattfruchtkulturen					Leaseinnägele					Halbtrockenrasen					Wirtschaftsgrünland									
	48	15	26	34	24	48	15	26	34	24	48	15	26	34	24	48	15	26	34	24	48	15	26	34	24					
<i>Cirsium rigide</i>																														
<i>Buglossoides arvensis</i>																														
<i>Papaver argemone</i>	II																													
<i>Aphanes arvensis</i>	II																													
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	II		+																											
<i>Bromus stieris</i>	II		+																											
<i>Veronica hederifolia</i>	II																													
<i>Senecio vulgaris</i>																														
<i>Plantago major ssp. intermedia</i>					IV																									
<i>Setaria viridis</i>					III																									
<i>Urtica dioica</i>	+				I																									
<i>Cheropodium ficifolium</i>	+				III																									
<i>Tussilago farfara</i>	+				I																									
<i>Maircaia discifolia</i>	+				I																									
<i>Sonchus oleraceus</i>	+				II																									
<i>Rumex obtusifolius</i>					I																									
<i>Polygonum lapathifolium</i>					II																									
<i>Aethua cynapium</i>	V	V	V			V	V				V	V				V	V				V	V								
<i>Veronica persica</i>	V	V	V			V	V				V	V				V	V				V	V								
<i>Lapasia communis</i>	V	V	V			V	V				V	V				V	V				V	V								
<i>Avena fatua</i>	V	V	V			V	V				V	V				V	V				V	V								
<i>Trilopospermum inodorum</i>	V	V	V			V	V				V	V				V	V				V	V								
<i>Lamium amplexicaule</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Sherardia arvensis</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Euphorbia helioscopia</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Snapsis arvensis</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Anagallis arvensis</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Silene noctiflora</i>	IV	V	+			IV	V	+			IV	V	+			IV	V	+			IV	V	+							
<i>Polygonum aviculare</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Fallopia convolvulus</i>	IV	V				IV	V				IV	V				IV	V				IV	V								
<i>Veronica polita</i>	IV	IV				IV	IV				IV	IV				IV	IV				IV	IV								
<i>Funaria officinalis</i>	IV	IV				IV	IV				IV	IV				IV	IV				IV	IV								
<i>Adonis aestivale</i>	IV	II	+			IV	II	+			IV	II	+			IV	II	+			IV	II	+							
<i>Valeriana dentata</i>	IV	II				IV	II				IV	II				IV	II				IV	II								
<i>Chenopodium album</i>	III	V				III	V				III	V				III	V				III	V								
<i>Sonchus asper</i>	III	V				III	V				III	V				III	V				III	V								
<i>Thlaspi arvense</i>	III	V				III	V				III	V				III	V				III	V								
<i>Neilia paniculata</i>	III	V				III	V				III	V				III	V				III	V								
<i>Erodium cicutarium</i>	II	V				II	V				II	V				II	V				II	V								
<i>Polygonum persicaria</i>	II	V				II	V				II	V				II	V				II	V								
<i>Atriplex patula</i>	II	IV				II	IV				II	IV				II	IV				II	IV								
<i>Geranium dissectum</i>	III	III				III	III				III	III				III	III				III	III								
<i>Euphorbia exigua</i>	III	III				III	III				III	III				III	III				III	III								
<i>Veronica agrestis</i>	II	III				II	III				II	III				II	III				II	III								
<i>Poa annua</i>	II	III				II	III				II	III				II	III				II	III								
<i>Chaenarrhinum minus</i>	II	III				II	III				II	III				II	III				II	III								
<i>Vicia argusifolia</i>	II	II				II	II				II	II				II	II				II	II								
<i>Funaria vaillantii</i>	II	I				II	I				II	I				II	I				II	I								
<i>Sonchus arvensis</i>	V	V	V			V	V	V			V	V	V			V	V	V			V	V	V							
<i>Galium aparine</i>	V	V	V			V	V	V			V	V	V			V	V	V			V	V	V							
<i>Stellaria media</i>	V	V	V			V	V	V			V	V	V			V	V	V			V	V	V							
<i>Papaver rhoas</i>	V	IV	III			V	IV	III			V	IV	III			V	IV	III			V	IV	III							
<i>Legosia speculum-venereis</i>	V	III	II			V	III	II			V	III	II			V	III	II			V	III	II							
<i>Lamium purpureum</i>	III	III	V			III	III	V			III	III	V			III	III	V			III	III	V							
<i>Linaria vulgaris</i>	III	III	V			III	III	V			III	III	V			III	III	V			III	III	V							
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	II	II	IV			II	II	IV			II	II	IV			II	II	IV			II	II	IV							
<i>Galeopsis tetrahit</i>	II	II	II			II	II	II			II	II	II			II	II	II			II	II	II							
<i>Valeriana locusta</i>	II	II	II			II	II	II			II	II	II			II	II	II			II	II	II							
<i>Artemisia vulgaris</i>	I	I				I	I				I	I				I	I				I	I								
<i>Vicia cracca</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Prunus spinosa</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Clinopodium vulgare</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Allium oleraceum</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Carex mucronata</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Brachypodium pinnatum</i>	+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III			+	+	III							
<i>Poa angustifolia</i>	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+
<i>Festuca ovina</i>	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+	+	+	IV	V	+
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV	
<i>Koeleria pyramidata</i>	+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV	
<i>Thymus pulegioides</i>	+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV	
<i>Sanguisorba minor</i>	+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV	
<i>Galium pumilum</i>	+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV	
<i>Medicago falcata</i>	+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+	III	IV		+	+</													

3.3.1 Ackerflächen

Die Ackerwildpflanzenbestände auf dem Pfeimberg lassen sich durch reichliches Vorkommen entsprechender Kennarten den Gesellschaften der Kalkäcker zuordnen. Während in den Wintergetreidebeständen Arten wie *Adonis aestivalis* und *Consolida regalis* die Ausscheidung einer Adonisröschen-Assoziation (*Caucalido-Adonidetum*) ermöglichen, sind die Wildpflanzenbestände der Sommergetreidefelder mit *Euphorbia exigua*, *Neslia paniculata* und vor allem der subkontinental verbreiteten *Silene noctiflora* dem *Papaveri-Melandrietum noctiflori* zuzuordnen. Durch die Häufigkeit des Finkensames (*Neslia paniculata*; Stetigkeit 56 % über alle Acker-Aufnahmen) besteht große Ähnlichkeit zum *Sedo-Neslietum paniculatae*, das OBERDORFER (1983a) für die Hochlagen der Schwäbischen Alb beschreibt. Auf den Hackfruchtäckern des Pfeimberges gedeiht das *Thlaspio-Veronicetum politae*. Es ist durch den Glanz-Ehrenpreis (*Veronica polita*) gekennzeichnet. Ein auffälliges Merkmal aller basenanzeigenden Klatschmohn-Gesellschaften auf dem Pfeimberg ist die hohe Stetigkeit von Kennarten bodensaurer Standorte: *Vicia hirsuta*, *Aphanes arvensis*, *Papaver argemone*, *Veronica triphyllos*, *Anthemis arvensis* und *Setaria viridis*. Eine floristische Besonderheit des Gebietes ist das Rispen-Lieschgras (*Phleum paniculatum*). Das zierliche, einjährige Gras wird von OBERDORFER (1983b) als Klassen-Charakterart der *Chenopodietea*-Gesellschaften bezeichnet. Bei Untersuchungen in Oberfranken fand TÜRK (1990) die Art auch auf bodensaurer Standorten im *Alchemillo-Matricarietum*. Bei den vorliegenden Erhebungen erreichte die Art im *Caucalido-Adonidetum* 8 % und im *Thlaspio-Veronicetum politae* 13 % Stetigkeit. Die Art gilt in Bayern (SCHÖNFELDER 1987) und in der BRD (KORNECK & SUKOPP 1988) als stark gefährdet (Rote Liste 2). Weitere Arten der Roten Listen, die auf den Ackerflächen des Pfeimberges nachgewiesen wurden, sind: *Adonis aestivalis*, *Adonis flammea* (einmaliger Fund), *Anagallis foemina*, *Bromus arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Fumaria vaillantii*, *Legousia speculum-veneris*, *Neslia paniculata*, *Phleum paniculatum*, *Ranunculus arvensis*, *Valerianella ramosa* und *Veronica praecox*.

3.3.2 Magerrasen

Pflanzensoziologisch sind die Halbtrockenrasen des Pfeimberges den Enzian-Schillergrasrasen (*Gentiano-Koelerietum*) zuzuordnen. Im Erscheinungsbild dieser Gesellschaft dominieren *Galium verum*, *Euphorbia cyparissias*, *Helianthemum nummularium* und *Koeleria pyramidata*. Als Vertreter des *Mesobromion*-Verbandes ergänzen *Medicago lupulina*, *Ranunculus bulbosus* und *Ononis spinosa* das Artenspektrum. In der Grasnarbe herrschen *Brachypodium pinnatum*, *Festuca lemanii*, *Bromus erectus* und *Avenochloa pratensis* vor. *Cirsium acaule* und *Gentianella ciliata*, die durch Beweidung gefördert werden, treten vor allem in den regelmäßig bestoßenen Magerrasen auf und gelten als schwache Kennarten des *Gentiano-Koelerietum*. Zu den Arten der Magerra-

sen gesellen sich Arten des Wirtschaftsgrünlandes wie *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata* und *Achillea millefolium*. SIEBEN & OTTE (1992) unterscheiden eine Subassoziation von *Teucrium montanum*, die bevorzugt die trockenen Hängen besiedelt, und eine Subassoziation von *Arrhenatherum elatius*, die zum Wirtschaftsgrünland überleitet.

Trespen-Halbtrockenrasen sind bekannt für ihren Reichtum an submediterranen Florenelementen. In Bayern treten zu diesen nach Osten hin eine wachsende Zahl subkontinentaler Arten. So gehören im Regensburger Raum (ca. 50 km entfernt), die Gold-Aster, die Gewöhnliche Kugelblume und die Rispen-Flockenblume schon zum Inventar von Enzian-Schillergras-Weiden. Diese Arten sind hier nicht mehr zu finden. Und auch der Furchen-Schwingel (*Festuca rupicola*), dem KORNECK & OBERDORFER (1976) den Rang einer Kennart für eine östliche Rasse im *Gentiano-Koelerietum* zuerkennt, wurde nicht beobachtet. Als weitere, auf dem Pfeimberg vorkommende eurasiatisch-kontinentalen Arten sind zu nennen: *Polygala comosa*, *Stachys recta*, *Potentilla heptaphylla* und *Pulsatilla vulgaris*.

3.3.3 Lesesteinriegel

Zwischen den Acker- und Wiesenparzellen des Pfeimberges besteht noch ein dichtes Netz von Ackerrainen. Jahrzehntlang wurden hier kalkreiche Malmsherben aus den Äckern gelesen und zu Lesesteinriegeln angehäuft. Viele dieser Riegel verlaufen quer zum schwach ausgeprägten Gefälle des Pfeimberg-Plateaus. Der Abtrag von Feinerde wird somit vermindert und die erodierte Erde bildet kleine Geländestufen.

Die Lesesteinriegel sind heute zur Ruhe gekommen, denn die Kalkscherben werden kaum noch gesammelt und aufgestapelt. Ameisenkolonien haben den eingeschwemmten Ackerboden aufgehäuft und zur Anreicherung von Feinerde zwischen den Kalkplatten beigetragen. Auf den seit längerem ungestörten Riegeln ist die Vegetationsdecke deshalb schon weitgehend geschlossen. Diese unterschiedlich weit fortgeschrittene Sukzession in Verbindung mit den kleinräumig wechselnden Wachstumsbedingungen (Hang-zugewandte bzw. abgewandte Flanken, Kuppen, Ameisenhaufen u. s. w.) erschweren die pflanzensoziologische Beschreibung der Vegetation.

Die Pflanzendecke der Lesesteinriegel setzt sich aus Charakterarten verschiedener Klassen zusammen: Wesentlich am Bestandesaufbau beteiligt sind Arten der halbruderalen Pionierasen (*Agropyretea*: *Agropyron repens*, *Convolvulus arvensis*, *Poa angustifolia*, *Cerastium arvense*), des Wirtschaftsgrünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*: *Arrhenatherum elatius*, *Galium mollugo*, *Festuca rubra*, *Achillea millefolium*) und der Halbtrockenrasen (*Festuco-Brometea*: *Galium verum*, *Brachypodium pinnatum*, *Euphorbia cyparissias*). Besitzen die Steinriegel noch offene, unbewachsene Partien, können sich dort auch Arten der Mauerpfeffer-Triften und Felsband-Gesellschaften (*Sedo-Scleranthetea*) behaupten. Neben *Sedum acre* sind dies vor allem Thero-

phyten wie *Thlaspi perfoliata* oder *Valerianella locusta*. Bleibt die Nachschüttung von Kalkscherben aus, werden xerophytische Pioniere durch mesophytische Arten wie *Coronilla varia* oder *Hypericum perforatum*, die als Wurzelkriecher schnell offene Standorte besiedeln können, verdrängt. Einen halbruderalen Charakter verleihen diesen Beständen Arten der *Artemisietaea*. Mit höchster Stetigkeit tritt dabei *Torilis japonica* an den Flanken der Steinriegel auf. Arten wie *Cirsium eriophorum*, *Cynoglossum officinale* oder *Bunias orientalis* sind zwar relativ selten, wegen ihrer prächtigen Blüten fallen sie aber besonders ins Auge.

4. Vergleich der beiden Ackerbaulandschaften unter Naturschutz-Gesichtspunkten

Vergleicht man die Agrarlandschaften des Tertiärhügellandes um Scheyern und die der südlichen Frankenalb bei Titting, lassen sich eine Vielzahl von Gemeinsamkeiten beobachten. So sind wichtige Charakteristika des Klimas wie die durchschnittliche Temperatur, die Niederschlagsmenge und die Dauer der Vegetationszeit nahezu identisch. Das gleiche gilt für die Höhenlage und die ackerbaubetonte Nutzung der Gebiete. Eine weitere Gemeinsamkeit zwischen der FAM-Versuchsstation Klostergut Scheyern und dem Pfeimberg bei Titting ist die Intention, Ziele des Naturschutzes in der Agrarlandschaft umzusetzen.

Was beide Gebiete - neben den edaphischen Gegebenheiten - grundlegend unterscheidet, ist die Strategie, mit der der Naturschutz umgesetzt wird. Während auf dem Pfeimberg der Schutz der Arten im Vordergrund steht, wurde auf dem FAM-Versuchsgut versucht, den Schutz abiotischer und biotischer Ressourcen zu kombinieren. Im Hintergrund dieser Maßnahme stand die Überlegung, daß die Bestandteile des Agrarökosystems funktional in vielfältiger Weise zusammenhängen und Schutzmaßnahmen für dessen Einzelkomponenten langfristig nur wenig Erfolg beschieden ist. Aus diesem Grund wurde auch auf die räumliche Trennung von Schutz- und Nutzflächen verzichtet. Während auf dem ca. 23 ha großen Areal des Pfeimberges über verschiedene Programme artenschonende Landnutzung betrieben wird, ist die konventionelle Bewirtschaftung in der Umgebung durch die Flurneuordnung weiter im Vormarsch. Demgegenüber wird im FAM-Modellprojekt der Naturschutz in die Produktionsverfahren integriert und auf der ganzen Fläche umgesetzt. Artenschutz-Vorrangflächen wie z.B. die Ackerrandstreifen gibt es hier nicht. Ob Produktionssysteme wie der ökologische oder der integrierte Landbau tatsächlich in der Lage sind, empfindlichere Ökosystembestandteile wie z.B. die seltenen Pflanzen zu schützen, zeigt sich freilich erst mit zunehmender Dauer des Langzeitprojektes. Dennoch spricht vieles dafür, daß ein nachhaltiger, sich selbst organisierender Naturschutz in der Agrarlandschaft nur durch Integration der Naturschutzziele in moderne Landnutzungssysteme erreicht wird (vgl. PFADENHAUER & GANZERT 1992). Eine an historischen Leitbildern orientierte Naturschutzstrategie, wie sie auf dem Pfeimberg bei Titting umgesetzt wird, enthält wohl zu viele unzeitgemäße Bewirtschaftungselemente, um auch außerhalb kleinflächiger Reservate zu überleben.

5. Literatur

- ALBRECHT, H., N. KÜHN & J. PFADENHAUER (1992): Vegetationskundliche Erfassung des Ausgangszustandes. - In: HANTSCHHEL, R. & M. KAINZ. (Hrsg.): Jahresbericht 1991 des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München, 59 - 73. GSF-Forschungszentrum Neuherberg.
- ANDERLIK-WESINGER, G. & N. KÜHN (1992): Zu einem Fund von *Ammi visnaga* (*Apiaceae*) in Scheuern (Lkrs. Pfaffenhofen). Ber. Bayer. Bot. Ges. 63, S. 145-147.
- ANDERLIK-WESINGER, G., M. KAINZ. & J. PFADENHAUER (1995): Integrierte Naturschutzplanung auf dem FAM-Versuchsgut Scheuern. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 24: 507-515.
- AUERSWALD, K. & M. KAINZ (Hrsg.) (1990): Standortkundlicher Überblick über das Klostergut Scheuern. Lehrstuhl für Bodenkunde TU München-Weihenstephan. 41 S.
- BOLENDER, E. & H. KAPLAN (1977): Ein Fundort von *Trapa natans* in Bayern. Ber. Naturwiss. Verein Landshut 27:52-61.
- DIETZ, T. (1976): Bodenkunde. In: Verband der Landwirtschaftsberater in Bayern (Hrsg.): Die Landwirtschaft. Band 1: Pflanzliche Erzeugung; Teil A: Grundlagen. BLV-Verlag, München. S. 1-83.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York.
- FISCHER, A. (1995): Forstliche Vegetationskunde. Pareys Studentexte 82. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin/Wien. 315 S.
- HOFMANN, B. (1986): Tertiärhügelland und Molassevorberge. In: Bayer. Geol. Landesamt: Erläuterungen zur standortlichen Bodenkarte München-Augsburg und Umgebung. München. S. 16-17.
- HÜPPE, J. & H. HOFMEISTER (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. Ber. Reinh. Tüxen-Ges. 2. 61-81.
- KLEYER, M. (1991): Die Vegetation linienförmiger Kleinstrukturen in Beziehung zur landwirtschaftlichen Produktionsintensität. - Diss.Bot. Bd. 169, J. Cramer Verlag, Berlin/Stuttgart: 242 S.
- KORNECK, D. & E. OBERDORFER (1976): *Festuco-Brometea*. In: OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York. S. 86-180.
- KORNECK, D. & H. SUKOPP (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. Schriftenr. für Vegetationskunde 19. 210 S.
- MEYER, R. & SCHMIDT-KALER (1984) Erdgeschichte sichtbar gemacht. Ein geologischer Führer durch die Altmühlalb. Bayer. Geol. Landesamt, München. 2. Aufl. 260 S.
- MEYER, R. (1981) Malm. In: Bayer. Geol. Landesamt (Hrsg.): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern. München. 3. Aufl. S. 62-68.

- MEYNEN, E. & J. SCHMITHÜSEN (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Bundesanst. Landeskunde und Raumforschung (Selbstverlag).
- MÜLLER, TH. (1962): Die Saumgesellschaften der Klasse *Trifolio-Geranietea sanguinei*. - Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem. N.F. 9:95-140
- OBERDORFER, E. (Hrsg.), (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.), (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.), (1983a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York.
- OBERDORFER, E. (1983b): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Auflage. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.), (1982): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York.
- PASSARGE, H. (1979): Über vikariierende *Trifolio-Geranietea*-Gesellschaften in Mitteleuropa. - Feddes Repert. 90(1/2):51-83
- PFADENHAUER, J. & C. GANZERT (1992): Konzept einer integrierten Naturschutzstrategie im Agrarraum. - In: Untersuchungen zur Definition und Quantifizierung von landespflegerischen Leistungen der Landwirtschaft nach ökologischen und ökonomischen Kriterien und ihre Umsetzung in Umweltberatung und Agrarpolitik. Materialien Umwelt und Entwicklung Bayern 84: 5-50.
- PFADENHAUER, J., H. ALBRECHT, G. ANDERLIK-WESINGER, N. KÜHN, A. MATTHEIS & P. TOETZ (1996): Der Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM): Ein Modell für die umweltschonende Landwirtschaft der Zukunft ?. Verh. Ges. f. Ökologie 26, im Druck.
- REIF, A. & P.Y. LASTIC (1985): Heckensäume im nordöstlichen Oberfranken. - Hoppea 44:277-324
- SCHÖNFELDER, E. (1987): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, Heft 72. 77 S.
- SCHWERD, K. & H. UNGER (1981) Molassebecken. In: Bayer. Geol. Landesamt (Hrsg.): Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern. München. 3. Aufl. S. 88-95.
- SIEBEN, A. & A. OTTE (1992): Naturschutzgeschichte, Vegetation und Erhaltungsmöglichkeiten einer historischen Agrarlandschaft in der südlichen Frankenalb. - Berichte der Bayer. Bot. Ges., Beih. 6. 55 S.
- SINOWSKI, W. (1995): Die dreidimensionale Variabilität von Bodeneigenschaften - Ausmaß, Ursachen und Interpolation. - Diss. TU München - Weihenstephan. 158 S.
- TÜRK, W. (1990): *Pheium paniculatum* Hudson und *Potentilla thuringica* Bernh. - bemerkenswerte Funde im oberfränkischen Grabfeld. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 325-326.
- ZEHENDNER, M.(1986) Der Wald. In: Bayer. Geol. Landesamt: Erläuterungen zur standortlichen Bodenkarte München-Augsburg und Umgebung. München. S. 91-100.

Exkursion L: Alpine und subalpine Vegetation der Kalkvoralpen (Karwendelgebirge)

Prof. Dr. J. Pfadenhauer, Dipl.-Ing. A. Saitner

1. Kurzbeschreibung der Naturräume (Abb. 1)

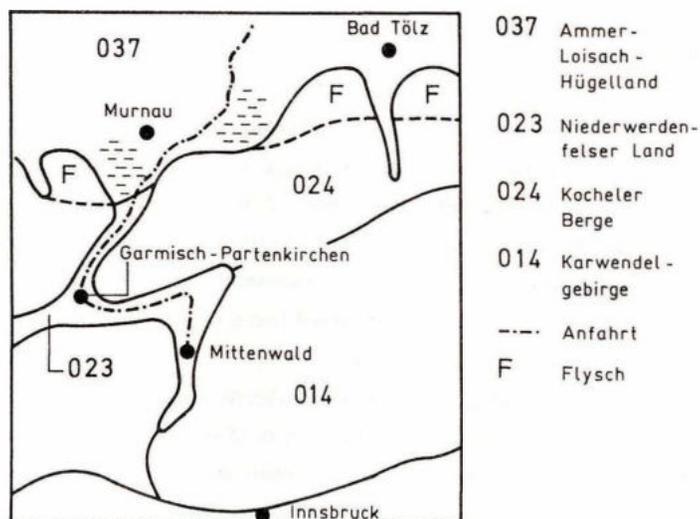


Abb. 1 Naturräumliche Gliederung des Exkursionsgebietes „Kalkhochalpen“

01 Nördliche Kalkalpen

Südlich der schwäbisch-bayerischen Voralpen gelegene, den (inneralpinen) kristallinen Zentralalpen vorgelagerte, hohe (> 2000 m ü. NN), durch schroffe Gipfelbildungen gekennzeichnete Gebirgsstöcke mit hohem Anteil an oberhalb der natürlichen Waldgrenze gelegenen Bereichen (alpine, nivale Stufe). Gesteine vorwiegend der alpinen Trias zugehörig: Alpiner Muschelkalk, Partnachschiefer (dunkle Schiefertone und Mergel: Riffreies Ablagerungsmilieu) sowie Wettersteinkalk (bankig bis massig), Raiblerschiefer (Wechsellagerung aus verschiedenen Sedimenten, auch tonig-mergelige Schichten),

Hauptdolomit (gipfelbildendes Gestein, brecciöse Struktur, bedeutender Schuttbildner), Kössener Schichten. Jurassische Sedimente wegen des hohen Anteils leicht erodierbarer Gesteine räumlich beschränkt (z. B. nördliche Alpenrandzone, Muldenkerne großer Faltenstrukturen). Gebirge tektonisch außerordentlich stark bewegt, intensiv gefaltet, von Verwerfungen durchzogen und in mehrere große Überschiebungsdecken (Entstehung während der Kreidezeit) gegliedert (Aufschwung der Kalkhochalpen über niedrige Kalkvoralpen meist mit dem Auftreten höherer Deckenstockwerke zusammenfallend): Allgäu-Decke, überlagert von Lechtal-Decke, diese wiederum überlagert von der Inntal-Decke.

014 Karwendelgebirge

Geprägt von dem im Westen gegen den Isartalboden stoßenden kalkhochalpinen Gebirgskern der vorderen Karwendelkette mit schroffen Gipfelbildungen aus Wettersteinkalk (Südliche Karwendelspitze, 2302 m ü. NN, Brunnensteinspitze, 2180 m ü. NN) und alpinem Muschelkalk (Westliche Karwendelspitze, 2385 m ü. NN). Inntal-Deckenüberschiebung in ungefährer West-Ost-Richtung entlang dieses Gebirgskammes, Vorkarwendel niedriger, weichere Formen: Vorwiegend Hauptdolomit der Lechtal-Decke mit steilen von Runsen und Schrofen durchzogenen, schwer gangbaren Talhängen. Geologische Muldenzonen mit Mergel der Oberen Trias (Kössener Schichten) und des Jura im Muldenkern: Almen. Eiszeitliche Überformung durch Seitenzweige des Inntalgletschers: Bis zu 1500 m ü. NN hochreichendes Moränenmaterial mit kristallinem Anteil, trogförmige Eintiefung des Isartals. Aushobelung großer Kare durch Lokalgletscher. Postglaziale Bildung von mächtigen Gehängeschuttkegeln, Klammbildung durch Seitenbäche, Verfüllung von Tälern durch Flußschotter.

Hohe Niederschläge mit steigender Meereshöhe, in nordseitiger Lage perennierende Firnfelder. Klima der alpinen Stufe oberhalb der atmosphärischen Sperrschicht (> 2000 m ü. NN) durch geringere Luftdichte und Staubarmut, starke Schwankungen der relativen Feuchte und intensive Strahlung mit hohem Ultraviolettanteil gekennzeichnet. Häufige Inversionswetterlagen.

Gehemmte Bodenentwicklung in Hochlagen: Dystrophe Tangelrendzinen aus Kalkgesteinen mit mächtiger, saurer organischer Auflage unter Bergkiefern-Krummholz, ferner großflächig Rohböden, in montaner Lage Braunerden, Kalksteinbraunlehm.

Alpine Höhenstufung:

Stufe	Höhe	Dauer der Vegetationsperiode
kollin	< 700 m ü. NN	250 Tage
montan	700 - 1300 m ü. NN	200 Tage
subalpin	1300 - 1900 m ü. NN	100 - 200 Tage
alpin	1900 - 2500 m ü. NN	70 - 100 Tage
nival	> 2500 m ü. NN	< 70 Tage

Montane Stufe: Schneedecke-Kiefernwälder an steilen, flachgründigen Flanken des Isartals, Bergmischwald mit hohem Anteil an Bergahorn (Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald), stellenweise mit Rostsegge.

Subalpine Stufe: Bergmischwald (Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald mit höherem Anteil an Fichte), Alpendost-Fichtenwald (tief-subalpin) Bergkiefern-Gebüsch (Krummholz).

Alpine Stufe: Alpine Rasen, Zwergstrauchheiden, Schneetälchen, Schuttfloren.

02 SCHWÄBISCH-OBERBAYERISCHE VORALPEN

Nordrand der Ostalpen zwischen Bodensee und Salzach, mit scharfer Stufe (außer Westallgäu) gegen voralpines Hügel- und Moorland abgesetzt. Gipfelhöhe meist < 2000 m ü. NN. Nordteil durch maximal 10 km breite, an einzelnen Stellen auch fehlende Flyschzone mit gerundeten, gleichmäßig geböschten Waldbergen (1200 - 1500 m ü. NN) gebildet, aus Mergeln (z. B. Zementmergel) und Sandsteinen (eintönige, große Mächtigkeit erreichende Gesteinsfolge, gebildet während der Kreidezeit und Alttertiär), bewachsen vom Labkraut-Buchen-Tannenwald (montan; heute meist in reine Fichtenforste umgewandelt) und Alpenlattich-Fichtenwald (hochmontan bis subalpin; in schneereicher Lage), mosaikartig durchdrungen von Grauerlen- und Eschen-reichen Wäldern entlang Bachrinnen und Quellaustritten; zahlreiche, teils natürliche, teils anthropogene Hangrutschungen.

Nach Süden anschließende Kalkvoralpen aus Gesteinen der Trias, des Jura und der Kreide, stark gefaltet und in mehrere Deckeneinheiten und Teilschuppen zerlegt, deshalb komplizierter Schichtenaufbau. Bewegtes Relief durch häufigen Gesteinswechsel und selektive Abtragung, Spuren örtlicher Vergletscherung. Durch tief eingeschnittene Quartärer in einzelne markante Gebirgsstöcke zergliedert. Klima kühl und sehr feucht (Alpenrandlage) mit Niederschlägen bis über 2000 mm pro Jahr und zahlreichen Sommergewittern. Natürliche Waldgrenze bei ca. 1800 m (heute anthropogen – d. h. durch Beweidung – deutlich herabgedrückt) mit meist stark verlichteten Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwäldern (montan bis subalpin) und Ahorn-Buchenwäldern (geschützte, schneereiche Lagen); in Föhn-beeinflußten Quertälern auf flachgründigen, Kalk- und Dolomit-Verwitterungsböden Schneeheide-Kiefernwälder.

023 Niederwerdenfeller Land

Isarquertal von Porta Claudia (Scharnitz) bis Wallgau, Loisachtal von Griesen bis Eschenlohe sowie die beiden Täler verbindende Längsfurche = ehem. Grafschaft Werdenfels, bis 1803 Teil des Erzbistums Freising. Früh (im Tertiär) angelegte, glazial ausgestaltete breite Talzüge mit Ausräumzonen (leicht abtragbare Gesteine: Raibler-, Partnachschichten), umgeben von mittelgebirgsähnlichen Höhenzügen aus Hauptdolomit (Gesteine des Mittleren Keuper) und Muschelkalk. Alle Talzüge (Beispiel Loisachtal zwischen Garmisch und Eschenlohe) im Pleistozän von Gletschern erfüllt (aus dem Inntal über Fern- und Seefelder Paß sowie lokale Gletscher des Wetterstein- und Karwendelgebirges): Trogförmig ausgeschürfte, später wieder verfüllte Talformen, breite, teils mit Seen erfüllte, teils vermoorte Wannen. Seitentäler münden mit hohen Stufen über den glazial vertieften Haupttälern (postglazial gebildete Schluchten). Morphologische Besonderheit: Buckelfluren: Bis maximal 1000 m ü. NN reichendes, gebuckeltes Gelände in ebener bis mäßig geneigter Lage als frostbedingte Erscheinung des periglazialen Bereichs. Hier durch extensive Nutzung (Mahd, Beweidung: Relief!) geschaffenen Magerrasen mit zahlreichen alpinen und einigen submediterranen Arten. Schutzwürdige Biotope (Gefahr der Einebnung zwecks Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung).

Potentielle natürliche Vegetation Alpenheckenkirschen-Buchenwald, an den Hängen (besonders Hauptdolomit) und den Schottern der Alpenflüsse auch Kiefernwälder, letztere

EXKURSIONSROUTE

KARWENDELGEBIRGE BEI MITTENWALD

- 1 POLSTEREGGENRASEN
- 2 WINDECKE
- 3 KRAUTWEIDEN-SCHNEETÄLCHEN
- 4 TÄSCHELKRAUTHALDE
- 5 ALPINE FELSFLUR
- 6 BLAUGRAS - HORSTSEGGENHALDE
- 7 BERGLÖWENZAHNHALDE
- 8 LATSCHENGEBÜSCH MIT BEHAARTER ALPENROSE
- 9 AUGENWURZ-GOLDHAFERFLUR
- 10 HOCHSTAUDENFLUR
- 11 ROSTSEGGENFLUR
- 12 LATSCHENGEBÜSCH MIT ROSTROTEN ALPENROSE

 EXKURSIONSROUTE

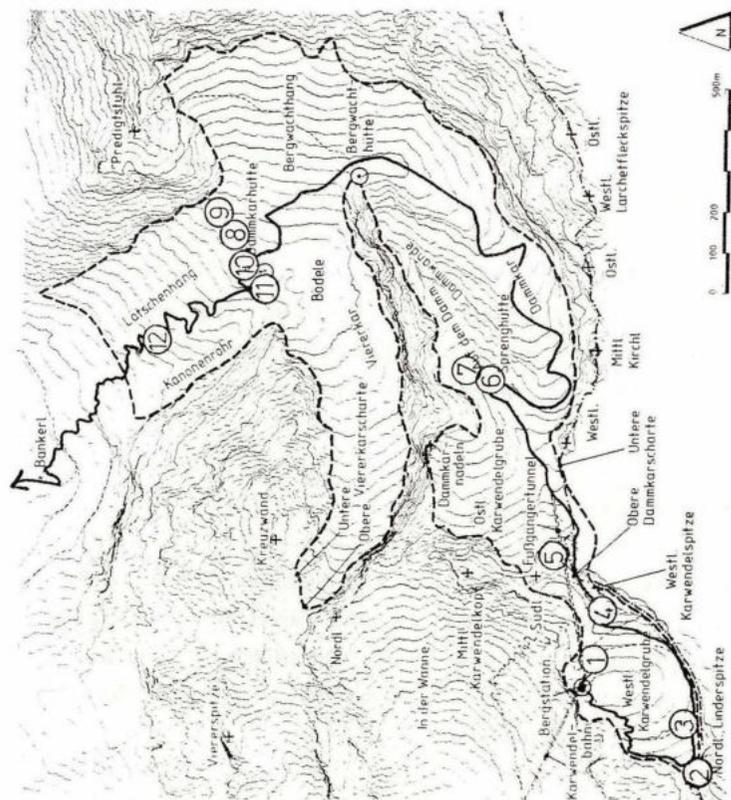


Abb. 2

besonders in dem am meisten vom Föhn beeinflussten Gebiet zwischen Mittenwald und Wallgau.

Durchgängiges Talgitter verkehrsmäßig günstig: Römische Straße über den Brenner nach Augsburg (Scarbia = Scharnitz); im Mittelalter viel begangene Fernhandelsstraße. Mittenwald bedeutend als Umschlagplatz für Italienverkehr (1485 Verlegung des Marktes der Venezianer von Bozen nach Mittenwald), Flößerei. Einführung des Instrumentenbaues durch Matthias Klotz. Heute Fremdenverkehrszentrum. Alte Gründung auch Garmisch-Partenkirchen (römische Straßenstation Parthanum), seit 1294 dem Erzbistum Freising gehörig, mehrmals verpfändet, 1531/32 – allerdings ergebnislose – Verhandlungen über einen Tausch von Werdenfels gegen das bayer. Landgericht Kranzberg bei Freising. 1803 nach Säkularisation endgültig bayerisch.

024 Kocheler Berge

Kalkvoralpen zwischen Isar und Loisach, am Nordrand durch tiefe Talbuchten (Murnauer Moos, Kochelsee, Isartal) gegliedert. Gebirgszug Benediktenwand – Herzogstand/Heimgarten im Norden (bis ca. 1900 m ü. NN) und geschlossener Stock des Estergebirges (über 2000 m ü. NN) vorwiegend aus Gesteinen der alpinen Trias aufgebaut: Hauptdolomit mit grusig verwittertem Material führt zur Ausbildung von steilen Hängen, Runsen und Schrofen, Wetterstein- und Plattenkalke bilden Felsgipfel und Wände, Partnach- und Raiblerschichten (Mergel) flache Oberflächenformen (Grundwasserträger: Almen). Vorgelagerte Flyschzone mit selbständigen Gipfeln (Blomberg-Zwiesel im Osten). Täler eiszeitlich verfüllt. Walchenseebecken tektonisch eingesenkt und durch Gletscher ausgeräumt. Niederschläge zwischen 1300 und 1600 mm im Jahr. Quertäler durch häufigen Föhn etwas begünstigt.

2. Das Exkursionsgebiet

Das Exkursionsgebiet (Abb. 2) befindet sich 3 - 4 km östlich von Mittenwald am Nordabfall der Nördlichen Karwendelkette. Es umfaßt die westliche Karwendelspitze, das Dammkar und den Latschenhang unterhalb der Dammkarhütte. Die höchste Erhebung, die auf der Exkursion erreicht wird, ist die nördliche Linderspitze (2374 m ü. NN). Im Abstieg bis zum Bus müssen knapp 1500 Höhenmeter bewältigt werden.

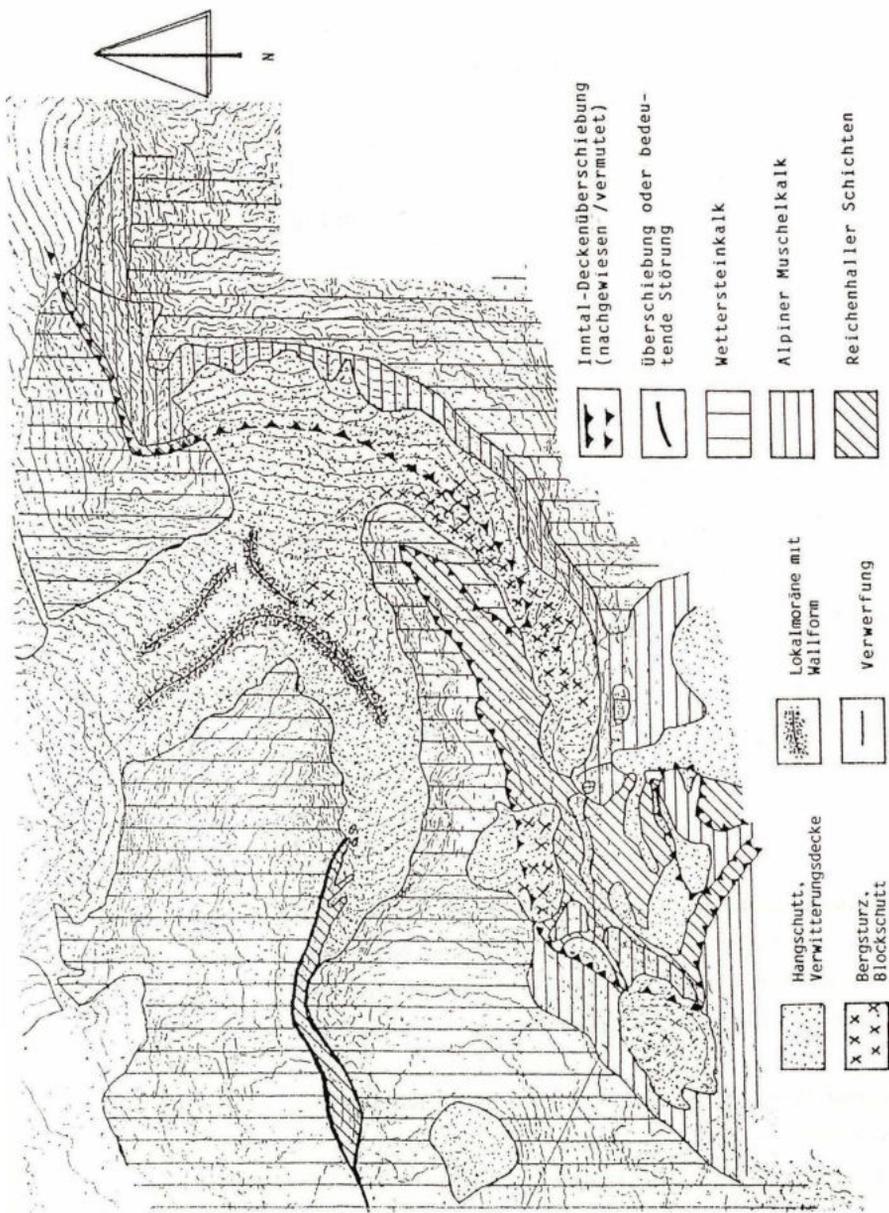


Abb. 3 Gesteinsgliederung (nach FRISCH 1964, JERZ & ULRICH 1966)

2.1 Gesteine

Im Exkursionsgebiet (EG) treten die drei Gesteine Reichenhaller Schichten, Alpiner Muschelkalk und Wettersteinkalk auf, die der Alpenen Trias angehören. Die Auffaltung im Tertiär und die Überschiebung zweier tektonischer Einheiten, der südlicheren „Inntaldecke“ über die nördlichere „Lechtaldecke“ und Erosion haben eine teilweise komplizierte Anordnung der Gesteinsschichten bewirkt (JERZ u. ULRICH 1966, Abb. 3 und 4).

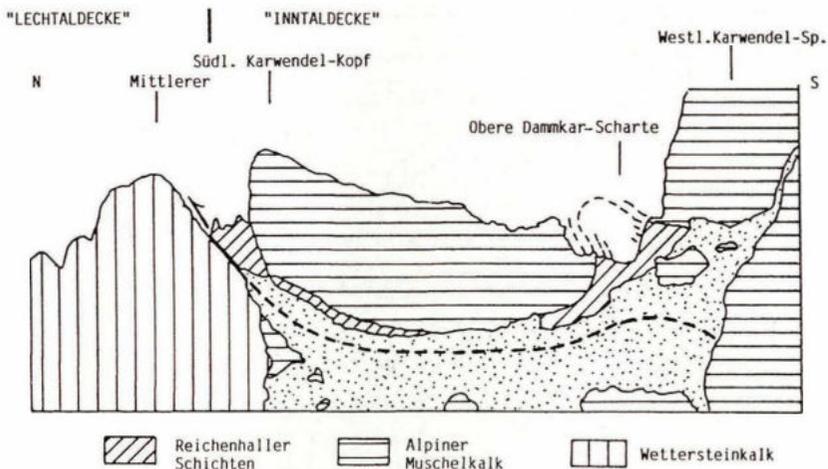


Abb. 4: Geologisches Profil (Blick von der nördlichen Linderspitze nach Osten; nach FRISCH 1964)

Die **Reichenhaller Schichten** sind das älteste im EG auftretende Gestein und sind vor allem im Bereich des Damms zu finden. Sie kommen hier hauptsächlich als Breccien vor, die ein etwas dolomitisches Bindemittel enthalten. Die Reichenhaller Breccien sind leicht zerstörbar, sie verwittern hangparallel und fladenförmig und bilden teils bizarre Felsformen.

Alpiner Muschelkalk als zweitältestes Gestein im EG bildet unter anderem die Gipfel der Westlichen Karwendelspitze, der Nördlichen Linderspitze und den Sockel der südöstlichen Umrahmung des Dammkars. Typisch sind die calcitverheilten Klüfte und sein Bitumengehalt.

Das Jüngste der drei Gesteine, der **Wettersteinkalk**, ist im Bereich des Dammkars der wichtigste Gipfel- und Wandbildner. Es handelt sich hier um einen sehr reinen Kalk mit einem Calcitanteil von 94 - 99 %, geringem Dolomitanteil und einem unlöslichen Rückstand von unter 0,3 %.

Durch die Senkrechtstellung der Lechtaldecke und die flach darüber liegenden Schichten der Inntaldecke kommt es zu einer auf den ersten Blick verwirrenden Gesteinsabfolge: Teils liegen die ältesten Reichenhaller Schichten zuoberst (auf dem Damm) oder der Wettersteinkalk taucht im Profil zweimal auf (Abb. 4).

Die Oberflächengestalt ist auf die Gesteinsqualität und tektonische Vorgänge zurückzuführen. Eine große Rolle bei der Ausformung der Geländegestalt haben auch die Eiszeiten gespielt (JERZ u. ULRICH 1966). An den langgestreckten und schmalen Formen von Damm- und Viererkar und ihrer Richtungsänderung wird ihr präglazialer Ursprung besonders deutlich. Beide Kare folgen in ihrem Verlauf tektonischen Störungen; das Viererkar einer solchen mit Alpinem Muschelkalk und das Dammkar im wesentlichen der Deckenüberschiebungslinie, die allerdings zum größten Teil verschüttet und nicht genau zu lokalisieren ist. Durch den Felssporn des Damm sind die Kare voneinander getrennt.

Die typischen Kennzeichen der Kare wie Karschwelle (bei 1600 m, auf ihr steht die Dammkarhütte), Karstufe, Rücktiefung (bei 1800 m an der Bergwachthütte) und die Verteilung der Karwände sind erst durch die eiszeitliche Überformung entstanden. Die Rundbuckel auf dem Damm auf über 2000 m Höhe zeugen von einer Eisüberfließung. Zumindest die Westliche Karwendelspitze und der Südliche Karwendelkopf haben während der Eiszeiten als „Nunatakker“ über die Gletscher herausgeragt, worauf auch einige dort vorkommende Pflanzenarten hinweisen (*Draba tomentosa*, *Saussurea pygmaea*).

Die Westliche Karwendelgrube ist eine sogenannte „Gipfelgrobdoline“, laut FELS (1921) die einzige typische große Doline im gesamten Karwendelgebirge und „ebenso rätselhaft wie einzigartig“. Weitere Karstformen stellen die Karrenbildungen dar, die besonders im Bereich des Damms verbreitet sind.

2.2 Böden

Am weitesten verbreitet sind die „Lockersyroseme“ aus Lockergestein, also die Schuttböden. Das typische Schuttbodenprofil hat nach JENNY-LIPS (1930) die Abfolge: Obere

Steinluftschicht – Feinerdeschicht (Wurzelzone, nur Feinerdehäufchen zwischen Schutt) – untere Steinluftschicht (kaum Feinerde, teilweise zur Verankerung durchgewurzelt). Hauptsächlich wegen ihrer Beweglichkeit und ihrer Feinerdearmut sind Schuttböden im allgemeinen ungünstige Pflanzenstandorte.

Sogenannte „dystrophe Tangelrendzinen“ sind stellenweise unter dichtem Latschengebüsch des Latschenhangs zu finden, wo dann oft *Rhododendron ferrugineum* im Unterwuchs vorherrscht. Die Mächtigkeit der rohumusartigen Auflage beträgt hier bis über einen Meter.

Im Bereich der lehmig verwitternden Reichenhaller Schichten, besonders auf dem Damm unter geschlossenen Rasen, ist eine Entwicklung zur Braunerde erkennbar.

Ein außergewöhnlicher Boden findet sich am Nordosthang der Westlichen Karwendelgrube, insbesondere unter den Krautweiden-Schneetälchen. Der Unterboden ist gelbbraun, 20 - 70 cm tief, kalkfrei; der pH-Wert liegt um 3,9. Das schluffreiche Material stammt aus den Zentralalpen, ist mit dem Wind herantransportiert und im Leem des Grenzkamms abgelagert worden.

3. Vegetation

Alpine Kalkschuttgesellschaften (*Thlaspion rotundifolii*)

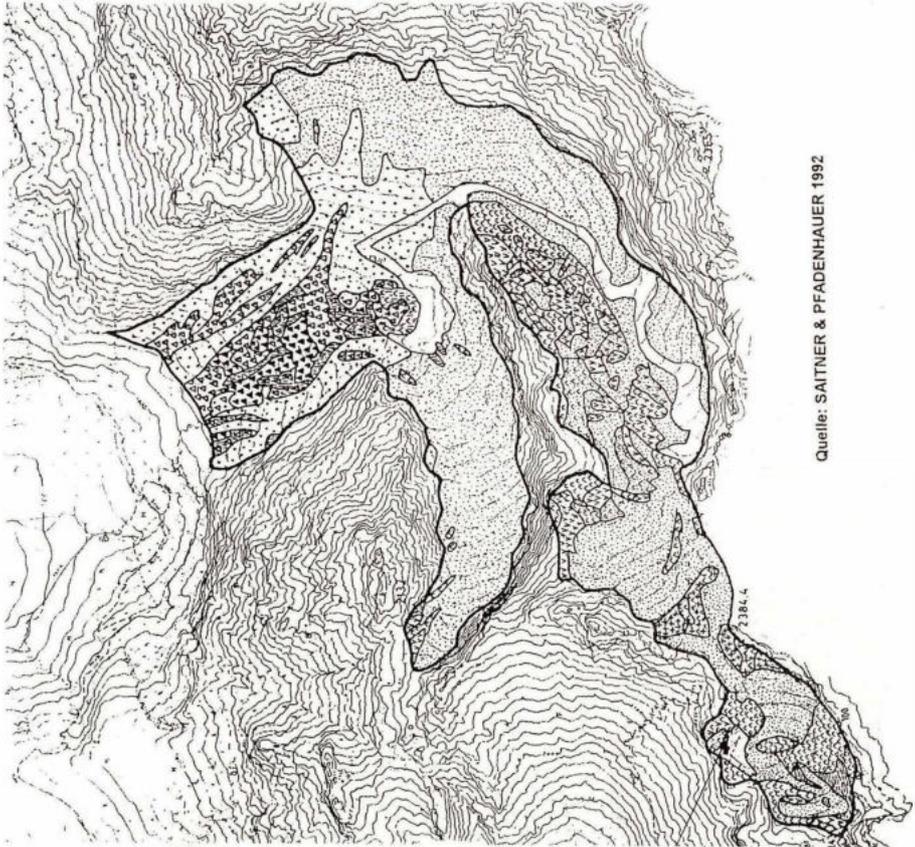
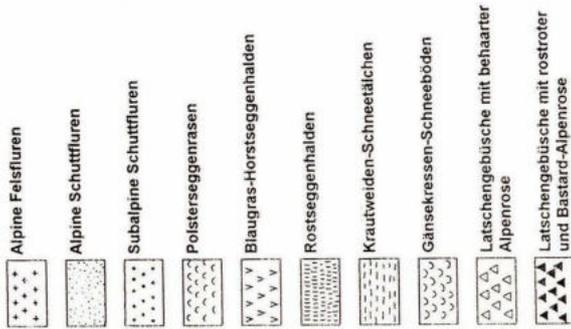
- * Täschelkrauthalbe (*Thlaspietum rotundifolii*). Weit verbreitet auf groben, feinerdearmen, beweglichen Schuttflächen der alpinen Stufe. Untergrenze bei ca. 1700 m NN (nordseitig). Gegliedert in eine reine Ausbildung, eine Ausbildung mit *Rumex scutatus* (in tieferen Lagen) sowie eine schneefeuchte, häufig nordexponierte Ausbildung mit *Saxifraga stellaris* und *Achillea atrata*.
- * Berglöwenzahnhalbe (*Leontodontetum montani*) auf feinerdereichen, oft steilen Schuttflächen (Reichenhaller Schichten, Alpiner Muschelkalk) mit *Leontodon montanus*, *Chrysanthemum halleri*, *Campanula cochlearifolia*.
- * Gemswurzflur (*Doronicetum grandiflori*) gelegentlich am Fuß von Felswänden in schattiger Lage auf weitgehend ruhendem, lange schneebedecktem Schutt.

Subalpine Kalkschuttgesellschaften

Im Exkursionsgebiet treten unterhalb von 1700 m NN noch recht großflächig Nord- bis West-exponierte Schutthalden unterschiedlicher Korngrößen auf:

Abb. 5

VEGETATION IM BEREICH DES DAMMKARS BEI MITTENWALD



Quelle: SAITNER & PFADENHAUER 1992



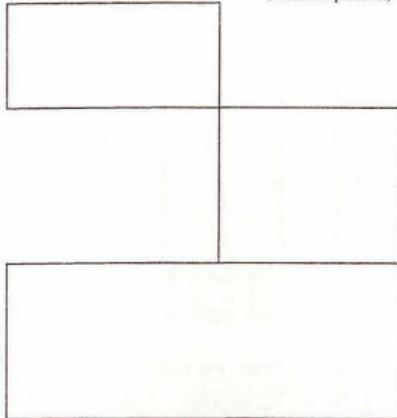
Schuttfloren

Krautweiden- Schneetälchen (*Salicetum herbaceae*)

- ✗ *Leontodon montanus*
- ✗ *Chrysanthemum halleri*
- ✗ *Doronicum grandiflorum*
- ✗ *Achillea atrata*
- ✗ *Saxifraga stellaris*
- ✗ *Saxifraga androsace* u.a.
- ✗ *Trisetum distichophyllum*
- ✗ *Adenostyles glabra*
- ✗ *Athamanta cretensis*
- ✗ *Rumex scutatus*
- ✗ *Silene vulgaris* ssp. *glareosa*
- ✗ *Valeriana montana*
- ✗ *Minuartia austriaca*
- ✗ *Gymnocarpium robertianum*
- ✗ *Petasites paradoxus* u.a.
- ✗ *Thlaspi rotundifolium*
- ✗ *Hutchinsia alpina*
- ✗ *Moehringia ciliata*
- ✗ *Poa minor*
- ✗ *Arabis alpina*
- ✗ *Viola biflora*
- ✗ *Campanula coechlaerifolia*
- ✗ *Galium megalospermum*
- ✗ *Linaria alpina* u.a.

Alpine Schuttfloren
(*Thlaspi rotundifolii*)

Subalpine
Schuttfloren
(*Petasition paradoxii*)



- ✗ *Salix herbacea*
- ✗ *Soldanella pusilla*
- ✗ *Veronica alpina*
- ✗ *Sibbaldia procumbens*
- ✗ *Luzula alpino-pilosa*
- ✗ *Gnaphalium supinum*
- ✗ *Achemilla fissa*
- ✗ *Ligusticum mutellina*
- ✗ *Polygonum viviparum*
- ✗ *Poa alpina*
- ✗ *Campanula scheuchzeri*
- ✗ *Phleum alpinum*
- ✗ *Sagina saginoides*
- ✗ *Saxifraga androsacea*
- ✗ *Cerastium cerastoides*
- ✗ *Homogyne alpina*
- ✗ *Festuca rupicaprina*
- ✗ *Silene acaulis*
- ✗ *Minuartia sedoides*
- ✗ *Euphrasia minima*
- ✗ *Ranunculus montanus*
- ✗ *Leontodon helveticus*
- ✗ *Potentilla aurea*
- ✗ *Polytrichum alpinum*
- ✗ *Polytrichum juniperinum*
- ✗ *Polytrichum norvegicum*
- ✗ *Anthelia juratzkana*
- ✗ *Kiaeria starkei*
- ✗ *Pogonatum umigerum* u. a.

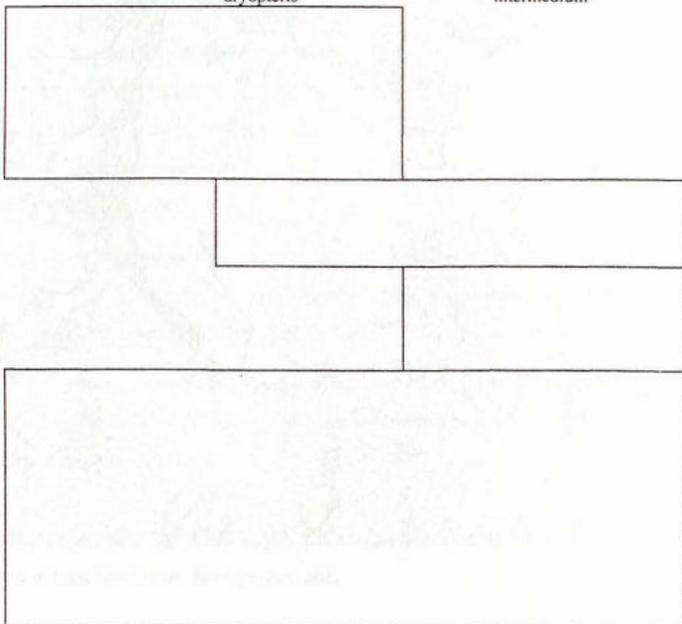
Latschengebüsche

- ✗ *Erica herbacea*
- ✗ *Rhododendron hirsutum*
- ✗ *Hieracium sylvaticum*
- ✗ *Solidago virgaurea*
- ✗ *Rosa pendulina*
- ✗ *Daphne mezereum*
- ✗ *Clematis alpina*
- ✗ *Sesleria varia*
- ✗ *Galium anisophyllum*
- ✗ *Aster bellidiastrum* u. a.
- ✗ *Lycopodium annotinum*
- ✗ *Gymnocarpium dryopteris*
- ✗ *Calamagrostis villosa*
- ✗ *Dryopteris dilatata*
- ✗ *Listeria cordata*
- ✗ *Veratrum album*
- ✗ *Rhododendron ferrugineum*
- ✗ *Rhododendron intermedium*
- ✗ *Vaccinium uliginosum*
- ✗ *Sphagnum quinquefarium*
- ✗ *Sphagnum nemoreum* u. a.
- ✗ *Pinus mugo*
- ✗ *Vaccinium myrtillus*
- ✗ *Vaccinium vitis-idaea*
- ✗ *Sorbus chamae-mespilus*
- ✗ *Sorbus aucuparia*
- ✗ *Rubus saxatilis*
- ✗ *Melampyrum pratense*
- ✗ *Homogyne alpina*
- ✗ *Oxalis acetosella*
- ✗ *Luzula sylvatica* ssp. *sieberi*
- ✗ *Campanula scheuchzeri*
- ✗ *Polygonatum verticillatum*
- ✗ *Arctostaphylos alpinus*
- ✗ *Huperzia selago*
- ✗ *Hylacomium splendens* u. a.

Reine
Erica herbaceae-
Ausbildung

Erica herbacea-Ausbil-
dung mit *Lycopodium*
annotinum und
Gymnocarpium
dryopteris

Ausbildung mit
Rhododendron
ferrugineum und
Rhododendron
intermedium



Rasen

Polsterseggenrasen
(*Caricetum firmae*)

Blaugras-Horstseggenhalde
(*Seslerio-Caricetum semper-virentis*)

Rostseggenhalde
(*Caricetum ferrugineae*)

- ✗ *Carex firma*
- ✗ *Dryas octopetala*
- ✗ *Saxifraga caesia*
- ✗ *Primula auricula*
- ✗ *Crepis jaquini*
- ✗ *Arabis pumila*
- ✗ *Primula minima* u. a.
- ✗ *Silene acaulis*
- ✗ *Gentiana clusii*
- ✗ *Pedicularis rostrato-capitata*
- ✗ *Helianthemum alpestre*
- ✗ *Valeriana saxatilis*
- ✗ *Euphrasia salisburgensis*
- ✗ *Hedysarum hedysaroides*
- ✗ *Campanula cochlearifolia*
- ✗ *Thymus polytrichus*
- ✗ *Gentianella aspera*
- ✗ *Gentiana verna*
- ✗ *Daphne striata*
- ✗ *Erica herbaceae*
- ✗ *Leontodon helveticus*
- ✗ *Potentilla brauneana* u. a.
- ✗ *Carex sempervirens*
- ✗ *Ranunculus montanus*
- ✗ *Scabiosa lucida*
- ✗ *Phyteuma orbiculare*
- ✗ *Aster bellidiastrum*
- ✗ *Soldanella alpina*
- ✗ *Biscutella laevigata*
- ✗ *Carduus defloratus*
- ✗ *Bartsia alpina*
- ✗ *Selaginella alpina*
- ✗ *Viola biflora*
- ✗ *Campanula scheuchzeri*
- ✗ *Homogyne alpina*
- ✗ *Globularia nudicaulis*
- ✗ *Veronica alpina*
- ✗ *Leontodon hispidus*
- ✗ *Carex ormithopoda* u. a.
- ✗ *Carex ferruginea*
- ✗ *Luzula sylvatica* ssp. *sieberi*
- ✗ *Salix waldesteiniana*
- ✗ *Lotus corniculatus*
- ✗ *Knautia dipsacifolia*
- ✗ *Tofieldia calyculata*
- ✗ *Parnassia palustris*
- ✗ *Thesium alpinum*
- ✗ *Alchemilla plicatula*
- ✗ *Trollius europaeus*
- ✗ *Poa alpina*
- ✗ *Asplenium viride* u. a.
- ✗ *Sesleria varia*
- ✗ *Festuca pumila*
- ✗ *Galium anisophyllum*
- ✗ *Rhododendron hirsutum*
- ✗ *Ranunculus alpestris*
- ✗ *Polygonum viviparum*
- ✗ *Veronica aphylla*
- ✗ *Euphrasia picta*
- ✗ *Salix retusa*
- ✗ *Pinguicula alpina* u. a.

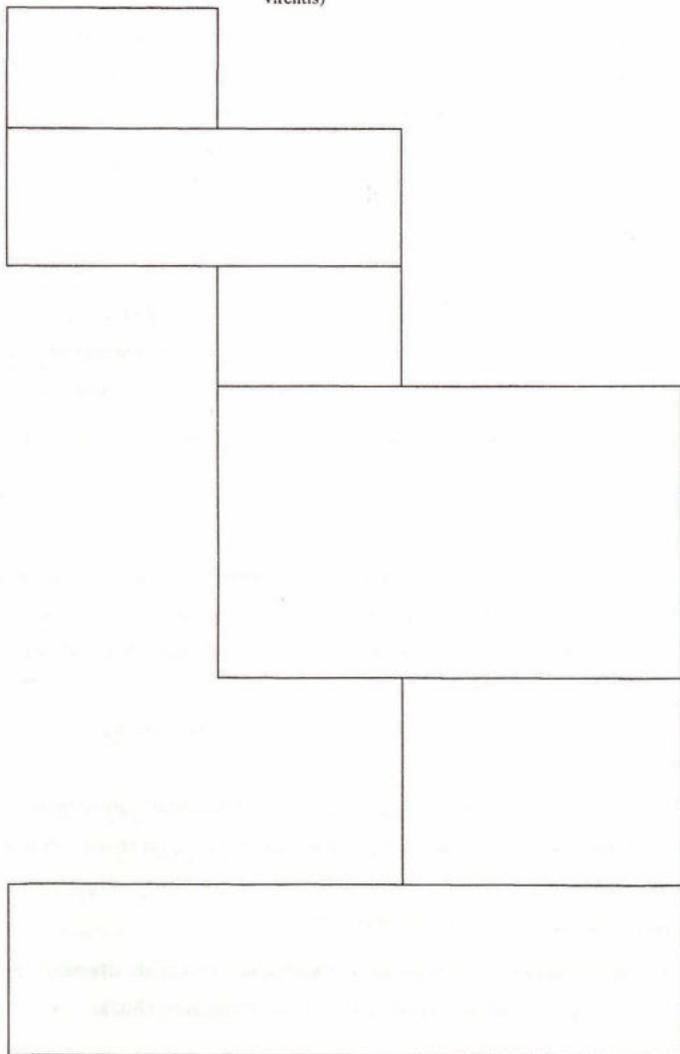


Abb. 6: Stark vereinfachte Gliederung der Vegetation (nach SAITNER, A. & J. PFADENHAUER 1992)

- * Rupprechtsfarnflur (*Moehringio-Gymnocarpietum robertiani*). Auf feuchtem, grobem, noch beweglichem Schutt mit *Gymnocarpium robertianum*.
- * Augenwurz-Goldhaferflur (*Athamanto-Trisetetum distichophylli*). Weit verbreitete Gesellschaft auf sonnigen, warmen Halden mit oft großer Beweglichkeit, die früh ausapern. Mit *Athamanta cretensis*, *Trisetum distichophyllum*, *Festuca pumila*. Gelegentlich verzahnt mit initialen Rasen auf Schutt.

Polsterseggenrasen (*Caricetum firmae*)

Am weitesten verbreitete Pflanzengesellschaft im Exkursionsgebiet auf flachgründigen, steinigen, kalkreichen Böden aus Schutt und Fels, windausgesetzt, auch im Winter oft schneefrei. Artenärmster Typ der kalkalpinen Rasen. Verschiedenen Ausbildungen:

- * Ausbildung mit *Carex mucronata* (mit *Athamanta cretensis*, *Salix glabra*, *Kernera saxatilis* u. a.) auf Felsschrofen.
- * Reine Ausbildung als häufigster Typ.
- * Verschiedene Ausbildungen mit *Minuartia sedoides*, *Salix reticulata*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula minima*, *Soldanella pusilla* u. a. auf tiefgründigen Böden mit mächtigen Humusauflagen oder mit äolischen silikatischen Sedimenten.

Blaugras-Horstseggenrasen (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*)

In der alpinen Stufe der Kalkalpen weitverbreiteter, artenreicher Rasen auf steilen, konsolidierten Schutthalden und auf anstehendem Fels, im ersten Fall häufig Treppenbildung, verursacht durch horstig wachsende Grasartige (*Carex sempervirens*, *Sesleria varia*), solifluidal verstärkt („Girlandenböden“).

- * Ausbildung mit *Scabiosa lucida* und *Daphne striata* als „typische“ Form der Gesellschaft an steilen, sonnigen Hängen mit zeitiger Ausaperung (Mai).
- * Ausbildung mit *Leontodon helveticus* (und *Polygonum viviparum*, *Ligusticum mutellina*) auf tiefgründigen, feinerdereichen, schwach sauren Böden (eher nordexponiert, schattig). Auftreten von Arten wie *Salix reticulata*, *Nardus stricta*, *Soldanella pusilla*, *Vaccinium uliginosum* subsp. *gaultherioides*. Auf Weideeinfluß verweisen *Ligusticum mutellina*, *Poa alpina*, *Alchemilla vulgaris* agg.

Rostseggenrasen (*Caricetum ferrugineae*)

Eher subalpin verbreitete, im Kontakt mit Latschengebüschen stehende Pflanzengesellschaft, zum Teil natürlich, zum Teil wohl auch durch Beweidung entstanden. Relativ hochwüchsige, äußerst artenreiche Vegetation auf ständig gut durchfeuchteten, steinigten, humosen Böden.

Schneetälchen

* Kalkschneetälchen (*Arabidetalia caeruleae*)

Nur sehr kleinflächig im Gebiet entwickelt. Ein Gänsekressen-Schneetälchen mit *Arabis caerulea* und *Gnaphalium hoppeanum* findet sich am Boden der Westlichen Karwendelgrube.

* Silikatschneetälchen (*Salicetalia herbaceae*)

Recht großflächig und komplett ausgebildete Krautweiden-Schneetälchen (mit *Salix herbacea*, *Soldanella pusilla*, *Ranunculus montanus*, *Ligusticum mutellina*, *Gnaphalium supinum*, *Sibbaldia procumbens* u. a.) auf kalkfreien äolischen Sedimenten am Nordhang des Grenzkamms mit langer Schneebedeckung (7-8 Monate). Zahlreiche Moose (*Polytrichum juniperinum*, *P. alpinum*, *P. sexangulare* u. a.).

Hochstaudenfluren (*Adenostyletalia*)

Kleinflächig in der Umgebung und unterhalb der Dammkarhütte in lange schneebedeckten, gut durchfeuchteten Geländerrinnen. Artenreiche und üppige Vegetation der subalpinen Stufe mit *Chaerophyllum villarsii*, *Peucedanum ostruthium*, *Valeriana montana*, *Aconitum vulparia*, *Saxifraga rotundifolia*, *Adenostyles alliariae* u. a. Ausbildung mit *Salix waldsteiniana*, *Veratrum album*, *Geranium sylvaticum* als „typische“, mit *Adenostyles glabra*, *Trisetum distichophyllum* als störungsbedingte Form.

Latschengebüsche

Charakteristisch für die obere subalpine Stufe der Ostalpen, unter mechanischer Störung (Lavinenbahnen, Schutthänge) auch tiefer (im Gebiet bis 1400 m NN) herabreichende

Pflanzengemeinschaft mit dominanter *Pinus mugo* s. str. Im Gebiet im wesentlichen zwei Gesellschaften:

- * Schneeheide-Latschengebüsch (*Erico-Rhododendretum hirsuti*) auf Kalkschutt, eher west bis südwest exponiert mit *Rhododendron hirsutum*, *Erica herbacea*, *Sorbus chamaemepilus*, *Clematis alpina* und einigen Säurezeigern (*Vaccinium*-Arten).
- * Rostalpenrosen-Latschengebüsch (*Vaccinium-Rhododentretum ferruginei*) Auf mächtigen dystrophen Tangelrendzinen (unbeeinflusst von frischem Schutt) in Nordexposition wachsende, vorwiegend aus Säurezeigern aufgebaute Pflanzengemeinschaft (*Rhododendron ferruginum*, *R. x intermedium*, *Empetrum hermaphroditum*, *Calamagrostis villosa*, *Listera cordata* u. a.). Sehr moosreich (u. a. *Sphagnum girgensohnii*, *S. nemoreum*).

Literatur

- FRISCH, H., 1964: Zur Geologie der Nördlichen Karwendelkette im Bereich des Kirchlkars zwischen Isartal im Westen und Karwendeltal im Osten (Tirol). - Unveröff. Diplomarbeit TU München-Garching, 66 S. u. Karten.
- JERZ, H. u. ULRICH, R., 1966: Geologische Karte von Bayern 1:25.000 und Erläuterungen, Blatt 8533/8633 Mittenwald. 152 S. (Bayer. Geol. Landesamt) München.
- SAITNER, A., 1989b: Einige bemerkenswerte Funde von Blütenpflanzen und Moosen im bayerischen Karwendelgebirge. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 60: 195-197.
- SAITNER, A. & PFADENHAUER, J., 1992: Die Vegetation im Bereich des Dammkars bei Mittenwald und ihre Beeinflussung durch den Tourismus. - Jahrbuch Verein zum Schutz der Bergwelt 57, 11-89.

Exkursion M: Buntreitgras-Kiefernwälder im Werdenfelser Land

Dr. Norbert Hölzel, Prof. Dr. Anton Fischer

1. Einführung

Innerhalb der Bayerischen Alpen bildet das Werdenfelser Land in der Umgebung von Garmisch-Partenkirchen einen Verbreitungsschwerpunkt alpischer Karbonat-Trockenkiefernwälder der Klasse *Erico-Pinetea*. Die mit Abstand ausgedehntesten und floristisch besonders reich ausgestatteten Bestände finden sich am steilen Südabfall des Ammergebirges im oberen Loisachtal westlich von Garmisch-Partenkirchen, dem Hauptziel der Exkursion (Abb. 1, 2).

Im Rahmen der Exkursion werden drei Teilgebiete besucht, die jeweils einem sehr bezeichnenden Standortkomplex von Buntreitgras-Kiefernwäldern in den Bayerischen Alpen repräsentieren. Im einzelnen handelt es sich dabei um folgende Lokalitäten:

- **Ofenberg bei Griesen:** Buntreitgras-Kiefernwald-Hangkomplex auf südseitigem, föhnexponiertem Hauptdolomitsteilhang.
- **Loisachauen bei Griesen:** Alluvialer Buntreitgras-Kiefernwald-Komplex.
- **Friedergries:** Buntreitgras-Kiefernwald-Komplex auf Dolomitschuttfächer.

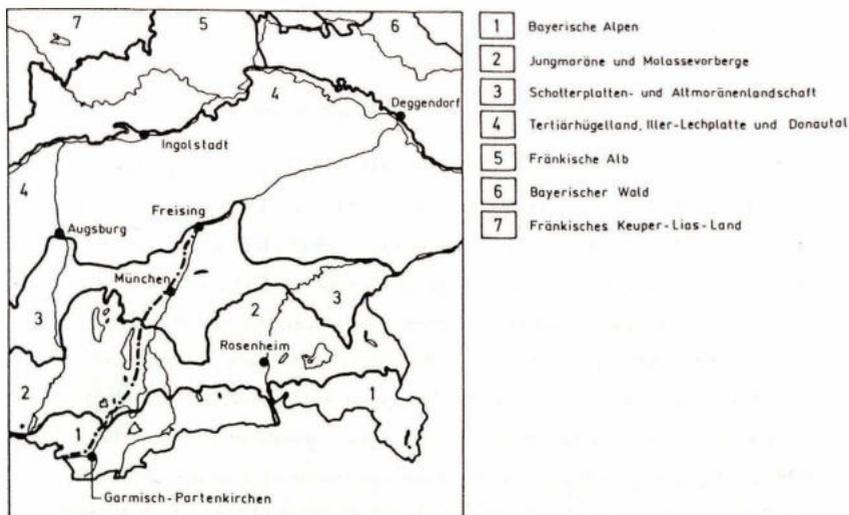


Abb. 1: Exkursionsroute

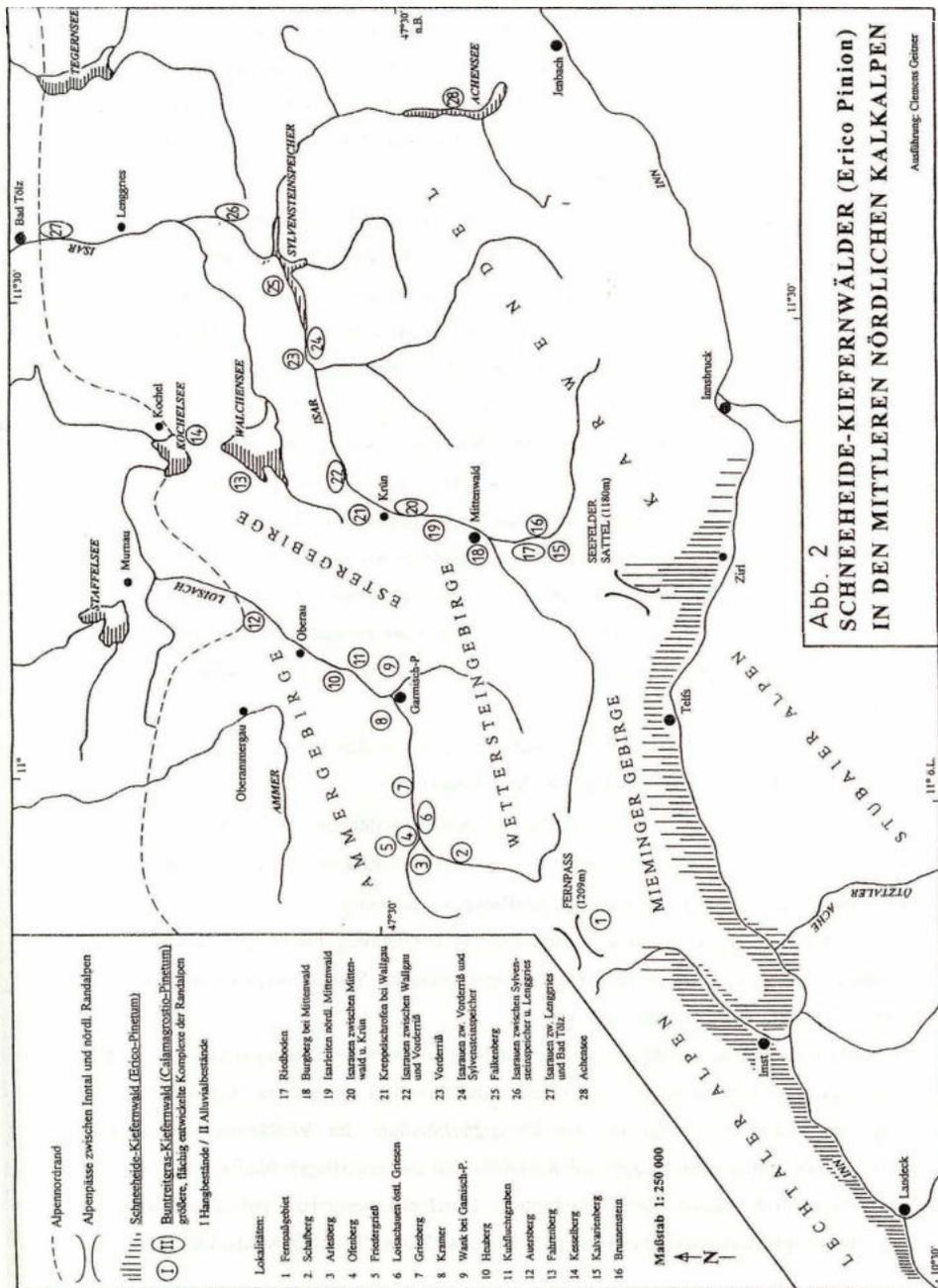
2. Klima

Die Talräume des Werdenfelser Landes (Station Garmisch-Partenkirchen) heben sich mit einem Jahresniederschlag von 1356 mm und einer Jahresmitteltemperatur von 7,9 °C (entspricht dem Wert von München) als relative Wärme- und Trockeninsel deutlich vom übrigen bayerischen Alpenraum ab. Begründet sind die für randalpische Verhältnisse unterdurchschnittlichen Niederschläge und eine deutlich thermische Begünstigung vor allen in der Abkammerung der großen Talzüge im Werdenfelser Land durch die über 2.000 m aufragenden Bergstöcke des Ammer- und Estergebirges. Eine weitere, ökologisch sehr bedeutsame thermische Begünstigung resultiert aus der Funktion des Isar- und Loisachtals als meridional durchgängige Leitbahnen für warme Föhnwinde, die aus dem Zentralalpenraum über die niedrigen Paßfurchen des Fernpaßes und des Seefelder Sattels in den Noralpenraum übertreten. Die Föhnwinde setzen die Vegetation insbesondere im Frühjahr und Herbst auf exponierten Prallhängen infolge hoher Sättigungsdefizite und starker Ventilation unter einen erheblichen Verdunstungsstreß. Besonders intensiv ist der Verdunstungsstreß bei Föhnlagen im zeitigen Frühjahr, wenn Boden und Stamm der Bäume noch durchgefroren sind, im Kronenraum aber tagüber bereits hohe Temperaturen und Sättigungsdefizite auftreten können. Die Schneearmut und thermische Begünstigung der steilen Südhänge, die oft selbst im Hochwinter vollständig aper sind, machen die Wuchsorte von Buntreitgras-Kiefernwäldern zu bevorzugten Wintereinstandsgebieten des Schalenwilds, woraus ein überproportional hoher winterlicher Verbißdruck resultiert.

3. Geologie, Geomorphologie der Buntreitgras-Kiefernwald-Standorte

Im Untersuchungsgebiet bildet die 500 bis 2.500 m mächtige Serie des triassischen Hauptdolomits die großflächig dominierende geologische Einheit. Erico-Pinion-Wälder zeigen, wie im gesamten Alpenraum, auch im Untersuchungsgebiet eine besonders enge Bindung an Dolomitgesteine ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) und deren Umlagerungsprodukte, was vor allem in deren im Vergleich zu Hartkalken noch ungünstigeren chemischen und physikalischen Eigenschaften begründet ist. Außer auf Hauptdolomit sind Erico-Pinion-Wälder in den Bayerischen Alpen größerflächig nur noch auf Wettersteinkalk im Raum Mittenwald-Scharnitz zu finden.

Der Hauptdolomit der Nordalpen ist ein sehr sprödes, gegenüber physikalischer Verwitterung extrem anfälliges Gestein, das sich bis in den mikroskopischen Bereich aus unregelmäßigen, mit Kalzit wieder verkitteten Bruchstücken zusammensetzt. Bei der Verwitterung zerfällt es



Alpenordrand
 Alpenpässe zwischen innat und nördl. Randalpen
 Schneehede-Kiefernwald (*Erico-Pinetum*)
 Buntreigras-Kiefernwald (*Callimogrosto-Pinetum*)
 größere, flächig entwickelte Komplexe der Randalpen
 I Hangbestände / II Alluvialbestände

- Localitäten:**
- 1 Fernpass
 - 2 Schauberg
 - 3 Ahrberg
 - 4 Ofenberg
 - 5 Friesengräßl
 - 6 Lohschauern ost. Griesen
 - 7 Griesberg
 - 8 Krauer
 - 9 Wank bei Gamsch-P.
 - 10 Heuberg
 - 11 Katschgraben
 - 12 Auenberg
 - 13 Fahrberg
 - 14 Keuselberg
 - 15 Kufarvenberg
 - 16 Brunnenstein
 - 17 Riedboden
 - 18 Baugberg bei Mitterwald
 - 19 Isartälchen abdt. Mitterwald
 - 20 Isarauen zwischen Mitterwald u. Krün
 - 21 Kropflehreden bei Wallgau
 - 22 Isarauen zwischen Wallgau und Vorderriß
 - 23 Vorderriß
 - 24 Isarauen zw. Vorderriß und Sylvensteinspeicher
 - 25 Falkenberg
 - 26 Isarauen zwischen Sylvensteinspeicher u. Leingraben
 - 27 Isarauen zw. Leingraben und Bad Tölz
 - 28 Achensee

Maßstab 1: 250 000
 N
 ↑

Abb. 2
 SCHNEEHEDGE-KIEFERNWÄLDER (*Erico Pinion*)
 IN DEN MITTLEREN NÖRDLICHEN KALKALPEN

Ausführung: Clemens Geiner

entlang dieser Bruchstellen und bildet den typischen eckigen Dolomitgrus oder -gries (daher z. B. Friedergries) mit Bruchstückgrößen von 0,5 mm bis 8 cm. Dementsprechend ist der Hauptdolomit einer der Hauptschuttbildner in den Bayerischen Kalkalpen. Ein Produkt dieser intensiven Schuttbildung ist der rund 80 ha umfassende Dolomitschwemmschuttfächer des Friedergrieses am Südrand des Ammergebirges.

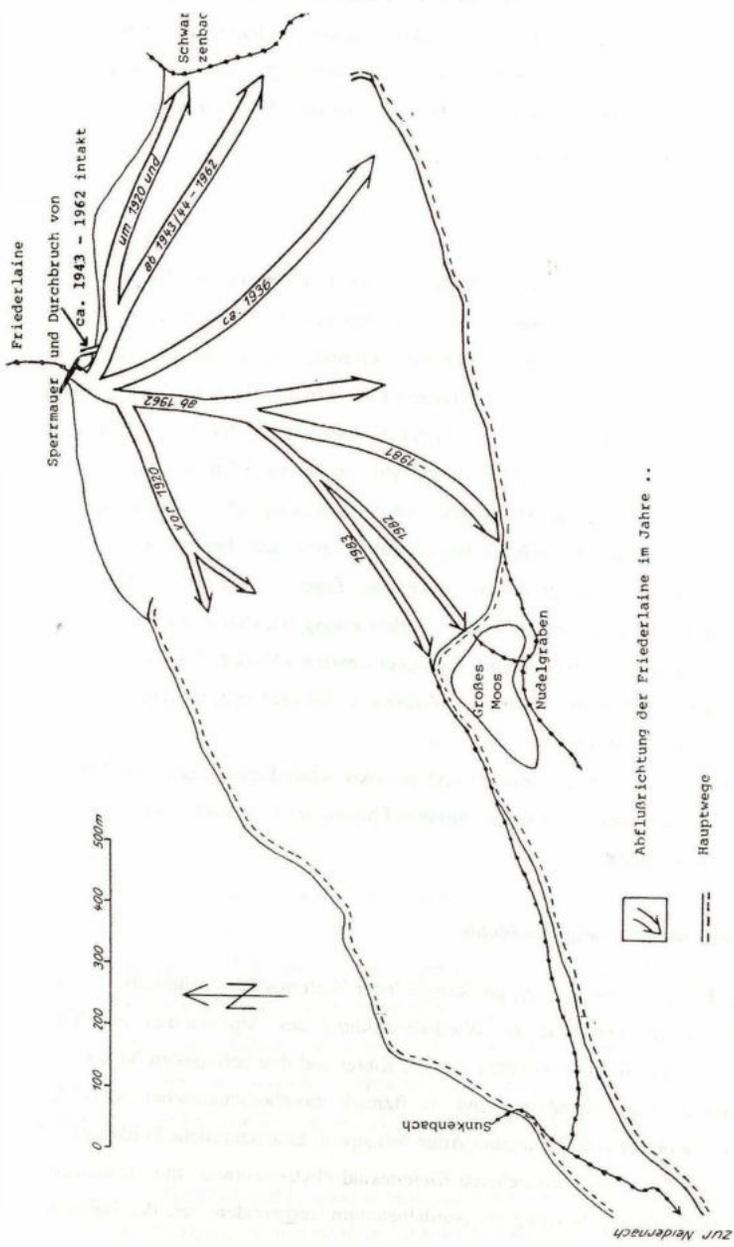
Gegenüber Lösungsverwitterung ist der Dolomit im Vergleich zu reinen Kalken wesentlich resistenter, was u.a. daran deutlich wird, daß kaum Verkarstungserscheinungen auftreten und in der Regel nur in sehr geringem Maße Verlehmungsprodukte freigesetzt werden. Die regelmäßige Einschaltung von tonreichen Zwischenlagen und die geringe Verkarstungsfähigkeit bedingen generell, daß die Gesteine des Hauptdolomits, abseits von Störungs- und Kluftzonen, nur in sehr geringem Maße Wasser aufnehmen und speichern können. Die Folge hiervon ist eine ausgeprägte Tendenz zur Oberflächenentwässerung, die sich u. a. im häufigen Auftreten tiefeingeschnittener, steilwandiger Rinnen und Gräben sowie im teilweise recht kurios anmutenden Nebeneinander von ausgesprochenen Trockenheitszeigern wie *Carex humilis* und *Teucrium montanum* sowie Molinion-Arten wie *Gladiolus palustris* und *Cirsium tuberosum* äußert. Die ausgeprägte oberflächennahe Entwässerung bewirkt, daß selbst auf steilen Felsabstürzen mit 50 ° Neigung Kalkquellsümpfe entstehen können, die durch Interflow aus den Hangschutt- und Zersatzzonen oberhalb angrenzender, flacherer Hangpartien gespeist werden.

Buntreitgras-Kiefernwald-Vegetationskomplexe zeigen in den Bayerischen Alpen eine enge Bindung an folgende geomorphologische Standortstypen:

- sonnseitige, föhnexponierte, felsdurchragte, Dolomitsteilhänge (Ofenberg)
- sonnseitige Dolomitschuttfächer mit ausgeprägter Morphodynamik (Friedergries)
- grobkörnige Schotterterrassen der Alpenflüsse (Loisachau).

Die im Rahmen der Exkursion besuchten Teilgebiete Ofenberg, Friedergries und Loisachauen repräsentieren jeweils einen dieser geomorphologischen Standortstypen von Buntreitgras-Kiefernwäldern in den Bayerischen Alpen.

Im Gegensatz zu den weitgehend stabilen südseitigen Dolomitsteilhängen handelt es sich bei den Auen- und Griesstandorten um überaus dynamische Lebensräume. Erico-Pinion-Phytozoenosen bilden hier meist nur ein Durchgangstadium der Vegetationsentwicklung im Rahmen von Primärsukzessionen auf Kalkrohböden und unterliegen häufig selbst wieder der Zerstörung durch Erosion oder Übersättigung. Durch eine besonders spektakuläre, weitgehend ungestörte morphodynamische Aktivität zeichnet sich das Friedergries aus. Durch mehrfache



Abflufrichtung der Friederlaine im Jahre ..

Abb. 3 Pendelbewegungen der Friederlaine

Pendelbewegungen hat die Friederlaine während der letzten hundert Jahre immer wieder reife Sukzessionsstadien überschüttet oder erodiert, wobei selbst geschlossene alte Waldbestände auf ein initiales Stadium zurückgeworfen werden können (vgl. Abb. 3). Im Bereich der Loisachauen ist die morphodynamische Aktivität infolge wasserbaulicher Maßnahmen mittlerweile deutlich abgeschwächt.

4. Böden

Der Spektrum der Böden unter Buntreitgras-Kiefernwäldern reicht von Fels- und Locker-
syrosem über steinige, m.o.w. humusreiche Rendzinen bis hin zu bereits stärker verlehnten Rendzinen und Terra fusca-Vorstufen. Hauptdolomitböden zeichnen sich infolge extrem hoher pH-Werte und Carbonatgehalte (Überangebot von Mg und Ca in der Bodenlösung) und einer oft sehr schwachen Freisetzung von Verlehmungsprodukten durch eine sehr schwache Versorgung mit P, K und Spurenelementen wie Mn und Fe aus. Weit verbreitet ist auch ein ausgeprägter N-Mangel, da die Mineralstickstoffnachlieferung durch häufige Oberboden-austrocknung und P-Mangel erheblich beeinträchtigt wird. Die beschriebenen Nährstoffmängel und -disharmonien treten in ihrer extremsten Form vor allem bei jungen, schwach entwickelten Böden mit geringen Anteilen an Verlehmungsprodukten in der Feinerde auf.

Als Humusformen dominieren Mull und schwacher Rendzina-Moder. Zur Ausbildung stärker saurer Humusaufgaben kommt es fast ausschließlich im Bereich extrem feinerdearmer Grob-schotterstandorte in ebener Lage.

Aufgrund ihrer ungünstigen chemischen und physikalischen Eigenschaften sind Böden aus Hauptdolomit insbesondere in reaktiv unreifen Phasen der Bodenentwicklung ausgeprägte Trocken- und Magerstandorte.

5. Vegetations- und Nutzungsgeschichte

Schneeheide-Kiefernwälder können als Relikte jener Kiefernwälder gelten, die während des Spätglazials und im Präboreal die Wiederbewaldung des Alpenraumes einleiteten. Im weiteren Verlauf des Holozäns konnten sich die Kiefer und ihre heliophilen Begleiter nur auf ausgesprochenen Trockenstandorten und im Bereich morphodynamischer Aktivitätszonen gegenüber dem Konkurrenzdruck anderer Arten behaupten. Eine neuerliche Förderung erfuhren die konkurrenzschwachen Schneeheide-Kiefernwald-Phytocoenosen mit Einsetzen einer verstärkten menschlichen Nutzung im Nordalpenraum, insbesondere seit der Bajuwarischen

Landnahme im Frühen Mittelalter. Durch vegetations- und standortsdegradierende Nutzungen wie Kahlschlag, Brandrodung, Waldweide und Streunutzung haben in der Folge Schneeheide-Kiefernwälder auf Kosten bodentrockener Bergmischwälder einen erheblichen Flächenzuwachs erfahren. Mittlerweile wurden diese traditionellen Nutzungsformen, insbesondere auch die Waldweide, fast überall eingestellt. Lediglich die Bestände im Friedergries und im Hangfußbereich des Ofenberges werden auch heute noch in traditioneller Weise vor und nach der Alpfung mit Rindern bestoßen und bieten somit letzte Anschauungsobjekte traditioneller Wald-Hudelandschaften in den Talräumen der Bayerischen Alpen. Eine Rückentwicklung von Sekundärbeständen zu Bergmischwäldern scheidet heute vielerorts am Wildverbiß, der seit dem Aufblühen der Hofjagd ab 1860 in steilen Hanglagen eine erfolgreiche Gehölzregeneration fast vollständig vereitelt.

6. Flora

Die thermische Begünstigung des Werdenfelser Landes findet ihren deutlichen Niederschlag in einer besonders reichen Ausstattung mit Xerotherm-Arten, wie sie in vergleichbarer Weise sonst nirgends im Bayerischen Alpenraum zu beobachten ist. Zu den Xerothermartern, die innerhalb der Bayerischen Alpen ausschließlich oder schwerpunktmäßig im Werdenfelser Land anzutreffen sind gehören u. a. *Achnatherum calamagrostis*, *Asperula tinctoria*, *Aster amellus*, *Coronilla coronata*, *Coronilla emerus* (vgl. Abb. 4), *Daphne cneorum*, *Dorycnium germanicum*, *Geranium sanguineum*, *Laserpitium siler*, *Lilium bulbiferum*, *Linum viscosum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Peucedanum cervaria*, *Plantago serpentina*, *Rhamnus saxatilis* und *Saponaria ocymoides*. Aber auch andere, etwas weiter verbreitete Kenn- und Trennarten des Erico-Pinion wie *Festuca amethystina*, *Thesium rostratum*, *Coronilla vaginalis*, *Leontodon incanus*, *Viola collina*, *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster tomentosus*, *Carex humilis*, *Anthericum ramosum*, *Vincetoxicum hirundinaria* und *Galium boreale* haben hinsichtlich Flächen- und Individuendichte innerhalb der Bayerischen Alpen einen deutlichen Schwerpunkt im Werdenfelser Land. Bemerkenswert ist ferner das tiefe Eindringen von Streuwiesenarten wie *Allium suaveolens*, *Cirsium tuberosum*, *Gladiolus palustris*, *Laserpitium prutenicum*, *Schoenus nigricans* und *Tetragonolobus maritimus* in den Nordalpenraum, die hier vielfach an die Höhengrenze ihrer Verbreitung in den Bayerischen Alpen stoßen.

Der Reichtum des Werdenfelser Landes an thermophilen Arten ist nicht nur auf eine deutliche klimatischen Begünstigung zurückzuführen; ebenso bedeutsamen für das Vorkommen vieler

der oben genannten Arten ist sind die geographischen Lagebeziehungen zu Nachbarräumen mit reicher Wärmeflora und das Vorhandensein meridional durchgängiger Vernetzungsstrukturen, die diesen Arten als Wanderweg dienen. Von Süden her sind aus dem Tiroler Oberinntal über die niedrigen Paßhöhen des Fernpasses und des Seefelder Sattels beispielsweise *Coronilla emerus*, *Achnatherum calamagrostis* und *Plantago serpentina* nach Norden bis ins Werdenfelser Land vorgedrungen. Den gleichen Wanderweg hat offenbar auch die südwestliche *Luzula nivea* genommen, die in Bayern gleichfalls nur im Werdenfelser Land anzutreffen ist. Dagegen sind beispielsweise *Asperula tinctoria* und *Daphne cneorum* nach Rückschmelzen des Eises offenbar von Norden her über das Loisach- bzw. Isartal ins Werdenfelser Land vorgerückt, da diese Arten im südlich angrenzenden Tiroler Oberinntal vollständig fehlen. Dem als besonders ausbreitungsuntüchtige, konkurrenzschwache Reliktkart geltenden Heideröschen (*Daphne cneorum*) ist es einzig auf den Schottern des Isartales gelungen, in den bayerischen Alpenraum bis Mittenwald vorzudringen.

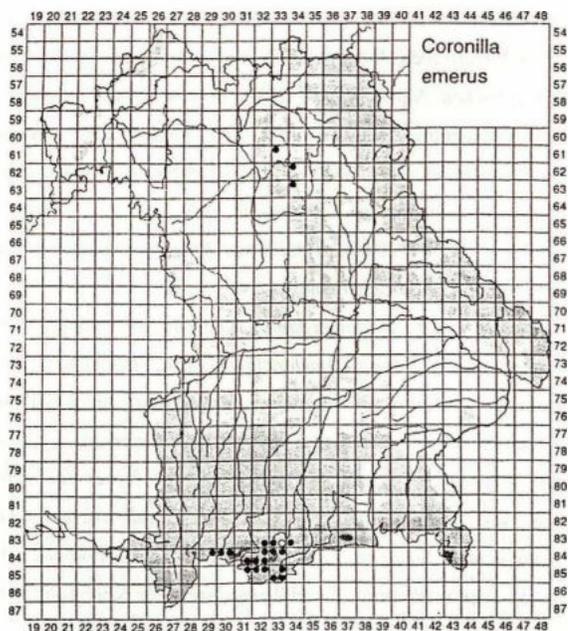


Abb. 4: Verbreitung von *Coronilla emerus* in Bayern. (ZENTRALSTELLE FÜR DIE FLORISTISCHE KARTIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, Datenstand 1994.

Besondere Erwähnung verdient das einzige, völlig isolierte Vorkommen der südalpischen Monte Baldo-Segge (*Carex baldensis*) in den Nordalpen, die im Raum Griesen in mehreren streng lokalisierten, teilweise aber sehr individuenreichen Populationen innerhalb von Buntreitgras-Kiefernwäldern auftritt.

7. Pflanzengesellschaften

7.1 Buntreitgras-Kiefernwälder

Flächig entwickelte Buntreitgras-Kiefernwälder finden sich im Exkursionsgebiet sowohl im Bereich sonnseitiger, föhnexponierter Dolomitsteilhänge als auch auf den Dolomitschuttfächern des Friedergrieses und den alluvialen Schotterterrassen der Loisach.

In der Baumschicht der Buntreitgraskiefernwälder dominiert in Hanglagen in der Regel alleine die Waldkiefer in einer besonders schmalkronigen, dünnbenadelten Alpenrasse, während insbesondere auf den morphodynamisch besonders aktiven Dolomitschuttfächern im Friedergries oft aufrechte Formen der Bergkiefer (*Pinus mugo* agg.) das Erscheinungsbild der Kiefernwälder bestimmen. Als Mischbaumarten sind regelmäßig Mehlbeere und Fichte seltener, so vor allem im Friedergries, auch Bergahorn und baumförmige Wacholder zu finden.

Eine Strauchschicht aus thermophilen Sträuchern und Kiefernjungwuchs gelangt insbesondere in Hanglagen aufgrund des massiven Wildverbiß derzeit kaum zu stärkerer Entwicklung. Als zwergwüchsige Verbißformen sind mit abnehmender Häufigkeit aber regelmäßig *Amelachier ovalis*, *Sorbus aria*, *Frangula alnus*, *Cotoneaster tomentosus*, *Berberis vulgaris* *Viburnum lantana*, *Coronilla emerus* und *Rhamnus saxatilis* anzutreffen.

In der Bodenvegetation der Buntreitgras-Kiefernwälder dominieren in fast allen standörtlichen Ausbildungen Gräser und Seggen, die den Beständen einen ausgeprägten Gras-Aspekt verleihen. Demgegenüber spielt die Schneeheide im Gegensatz zum zentralalpischen Erico-Pinetum als bestandsbildende Matrixart nur eine untergeordnete Rolle und vermag allenfalls auf älteren Schotterstandorten in ebener Lage einmal stärker in den Vordergrund zu treten. Unter den bestandsbildenden Seggen und Gräsern dominieren auf trocken-flachgründigen Standorten in der Regel *Carex humilis*, *Sesleria varia* und *Carex sempervirens*, während auf etwas frischeren Standorten Hochgräser wie *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg. und *Brachypodium rupestre* mengenmäßig stärker in den Vordergrund treten.

Transekttabelle 1: Transekt Ofenberg

1: Erico-Pinion-naher Kalkmagerasen

2.1: Calamagrostio-Pinetum teucrietosum

2.2: Calamagrostio-Pinetum knautietosum

3: Fichtenreicher Carex alba-Bergmischwald

Einheit Nr.:	1					2.1					2.2					4				
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Artenzahl	41	44	40	41	44	41	33	31	33	33	34	38	36	38	34	37	38	28	26	25
Evenness	83	82	77	82	84	79	80	76	81	79	79	77	80	70	68	71	79	77	76	70
Deckung der Baumschicht (%)	0	0	0	30	60	70	50	60	80	50	40	20	50	50	10	40	80	80	80	60
Deckung der Krautschicht (%)	50	60	70	70	70	60	60	70	60	80	80	80	80	80	80	80	50	35	30	40
Deckung der Mooschicht (%)	2	2	2	1	1	+	+	+	+	+	1	5	8	3	3	1	2	1	+	+
Lichtzahl	7.1	6.9	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0	6.8	7.0	6.8	6.9	6.8	6.7	6.7	6.8	6.5	6.2	5.8	5.9	6.1
Temperaturzahl	4.6	4.4	4.7	4.6	4.8	4.5	4.8	4.7	4.8	4.4	4.6	4.3	4.2	3.8	3.7	3.8	4.3	4.7	4.7	3.8
Kontinentalitätszahl	4.1	3.9	3.6	4.0	4.2	3.9	4.0	4.0	4.1	3.7	4.1	4.2	3.8	3.6	3.7	4.1	4.8	5.1	5.4	5.2
Feuchtezahl	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.7	3.7	3.9	4.0	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.1	3.9	3.9
Reaktionszahl	8.1	8.1	7.9	7.8	7.8	7.9	8.1	8.0	7.8	7.8	7.4	7.3	7.1	7.6	7.6	7.8	7.6	7.3	7.3	7.8
Stickstoffzahl	2.5	2.5	2.6	2.5	2.7	2.8	2.6	2.8	2.6	2.9	2.7	2.7	2.8	3.0	3.0	3.1	2.9	2.7	2.5	2.7
Bäume																				
Pinus sylvestris B	.	.	.	b	4	4	3	3	5	3	3	b	3	4	a	3	a	+	.	.
Picea abies B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	5	5	3
Sorbus aria B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Gentiana utriculosa	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Globularia cordifolia	a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Laserpitium siler	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana saxatilis	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana clusii	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon incanus	a	a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thesium rostratum	1	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Coronilla vaginalis	1	1	+	1	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon hispidus	1	+	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Linum catharticum	1	1	1	1	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex baldensis	a	a	1	1	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dorycnium germanicum	1	+	+	+	+	1	a	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana aspera	+	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia cyparissias	+	+	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hippocrepis comosa	1	1	.	1	.	.	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola hirta	+	+	1	1	1	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris K	1	1	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidium rugosum	1	1	.	1	1	1	.	.	m	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	+
Peucedanum oreoselinum	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+	1	1	1	.	.	.	+	.	.	.
Galium verum	+	.	+	.	+	+	+	+	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.
Molinia caerulea agg.	a	b	b	b	a	1	1	1	b	1	b	b	a	1	.	.	.	.	.	.
Polygonatum odoratum	.	.	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.	+	.	.	.
Carex sempervirens	a	a	b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	a	a	1	+	.	.	.	.
Erica herbacea	a	m	a	1	1	1	.	.	1	.	+	+	1	.	+	+	.	.	.	.
Scabiosa lucida	1	+	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.
Lotus corniculatus	+	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	+	1	+	+	+	.	.	.
Festuca amethystina	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.	1	+	+	+	.	.	+
Potentilla erecta	a	a	a	a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+
Carlina acaulis	.	.	+	+	+	+	a	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.
Epipactis atrorubens	.	.	+	+	+	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+
Carduus defloratus	.	.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+
Calamagrostis varia	.	+	.	.	1	1	1	1	a	a	b	2	b	2	2	2	2	2	2	a
Brachypodium rupestre	.	.	.	.	1	1	.	1	1	a	a	a	b	b	b	1	a	a	1	1
Ranunculus nemorosus	.	.	+	.	.	+	.	.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+
Origanum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scleropodium purum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	m	a	m	m	m	m	1	1	1	1
Rhytiadelpus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	m	m	+	1	1	1	1	1	1	1
Carex montana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	a	1	1	1	1	1	1	1	1
Campanula rotundifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex alba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium album ssp. album	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria vesca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Knautia dipsacifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

<i>Acer pseudoplatanus</i> K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	.	l	l	+	.	+
<i>Picea abies</i> K	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+
<i>Cephalanthera rubra</i> (sp.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Rubus saxatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	a	l	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	l	+	.
<i>Fagus sylvatica</i> K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	l
<i>Carex digitata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Daphne mezereum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Salvia glutinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Sonstige Arten:

<i>Anthericum ramosum</i>	l	m	a	a	a	b	a	a	b	b	b	b	l	l	l	a	l	+	l	l
<i>Carex humilis</i>	b	a	a	a	a	b	b	m	m	m	m	m	m	m	m	m	l	+	l	a
<i>Galium boreale</i>	+	l	+	l	l	l	m	m	l	l	l	l	+	+	+	+	l	l	l	l
<i>Polygala chamaebuxus</i>	l	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	l	m	m	m	l	m	l
<i>Sesleria varia</i>	l	a	b	a	a	b	b	b	a	b	a	a	b	b	b	a	l	+	l	l
<i>Asperula tinctoria</i>	l	l	m	m	m	m	m	m	m	m	l	l	l	l	+	l	+	+	.	l
<i>Sorbus aria</i> K	+	+	.	+	+	l	l	+	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	l	l	a	a	a	a	a	a	l	l	l	l	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Tortella tortuosa</i>	m	m	m	m	m	m	l	l	+	.	.	.	l	+	.	.	l	l	.	l
<i>Hieracium murorum/bifidum</i>	+	+	l	+	+	l	l	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	.
<i>Galium anisophyllum</i>	+	.	.	+	+	+	l	.	l	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	l
<i>Phyteuma orbiculare</i>	.	.	+	l	l	l	m	l	.	.	.	+	.	l	l	m	.	l	.	l
<i>Amelanchier ovalis</i> K	+	+	l	.	l	+	.	.	+	l	l	.	l	l	m	.	+	l	+	l
<i>Viola collina</i>	.	.	+	.	.	+	l	l	.	+	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+
<i>Fissidens cristatus</i>	l	l	l	.	l	l	.	.	.	+	.	.	l	.	.	.	.	l	.	.
<i>Globularia nudicaulis</i>	l	a	+	a	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pimpinella maior</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	l	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	.	l	l	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m	l
<i>Succisa pratensis</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Rhynanthus glacialis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	l	.	.	.	.	.	.
<i>Rhannus saxatilis</i> K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campyllum chrysophyllum</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella grandiflora</i>	l	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus polytrichus</i> (sp.)	.	.	.	l	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Hylocomium splendens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	l
<i>Geranium sanguineum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula auricula</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis alpestris</i> (sp.)	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnadenia conopsea</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum polyseum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	l	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tortella inclinata</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Abietinella abietina</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Neckera crispa</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala amarella</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Laserpitium latifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Thuidium tamariscinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sorbus aucuparia</i> K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Campanula glomerata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Gegenüber den zonalen, von Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn aufgebauten Bergmischwäldern der Fagetalia, die in den bayerischen Alpen großflächig auf Karbonatstandorten in der montanen Stufe dominieren differenzieren neben hochsteten Kennarten der Buntreitgras-Kiefernwälder wie *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus*, *Epipactis atrorubens*, *Buphtalmum salicifolium*, *Viola collina* u. a. vor allem zahlreiche heliophile Begleiter aus Halbtrockenrasen, alpinen Kalkrasen und thermophilen Saumgesellschaften darunter u. a. *Carex humilis*, *Anthericum ramosum*, *Polygonatum odoratum*, *Prunella grandiflora*, *Carduus defloratus* und *Lotus corniculatus* um nur die wichtigsten zu nennen.

Gegenüber dem zentralalpischen Erico-Pinetum zeichnet sich das Calamagrostio-Pinetum durch eine wesentlich mesophilere Gesamtartenstruktur und das Auftreten der gleichfalls als eher mesophil einzustufenden Kennarten *Festuca amethystina*, *Thesium rostratum* und *Aquilegia atrata* aus. Weitere mesophile Differenzialarten gegen das Erico-Pinetum sind u. a. *Potentilla erecta*, *Molinia caerulea* agg., *Carex flacca* und *Linum catharticum* sowie zahlreiche Seslerietea-Arten wie *Carex sempervirens*, *Galium anisophyllum*, *Phyteuma orbiculare*, *Scabiosa lucida* und *Thymus polytrichus*.

Das Calamagrostio-Pinetum zeigt eine reiche Gliederung in Subassoziationen, anhand derer vor allem substrat- und entwicklungsbedingte Unterschiede im Wasser- und Nährstoffhaushalt der Standorte zum Ausdruck kommen. Aufgrund der erheblich voneinander abweichenden geomorphologischen und mesoklimatischen Bedingungen lassen sich für Hang- und Alluvialstandorte jeweils analoge Subassoziationen unterscheiden (vgl. auch HÖLZEL 1996a).

Subassoziationen der Hanglagen:

Die **Subassoziation von *Primula auricula*** besiedelt extrem steile Felsabsätze, auf denen der blanke Dolomit- oder Kalkfels flächig zutage tritt. Neben der dominierenden *Carex humilis* finden sich in der wenig deckenden Bodenvegetation zahlreiche Arten der Potentilletalia caulescentis wie *Potentilla caulescens*, *Hieracium glaucum*, *Rhamnus pumila*, *Carex mucronata*, *Campanula cochleariifolia*, *Kernera saxatilis* u. a., während einige mesophilere Arten wie *Galium boreale* und *Brachypodium rupestre* noch fehlen.

Auf etwas weniger extremen Standorten, die aber aufgrund ihrer Flachgründigkeit oder Steilheit auch noch keinen völligen Schluß der Bodenvegetation zulassen, findet sich die **Subassoziation von *Teucrium montanum***, in der neben der namensgebenden Art weitere Flachgründigkeitszeiger und Lückenbüßer wie *Leontodon incanus*, *Dorycnium germanicum*,

Coronilla vaginalis und *Linum catharticum* anzutreffen sind. Bei stärkerer Beweidung und damit einhergehender Schwächung hochwüchsiger Matrixarten vermag diese Subassoziation auch auf weniger steile und primär tiefgründigere Standorte überzugreifen. In dieser **Weidenutzungsform mit *Briza media*** finden sich bezeichnenderweise zahlreiche Beweidungszeiger (z. B. *Plantago lanceolata et media*) sowie weitere mittelbar durch die Beweidung geförderte Festuco-Brometea-Arten. Aufgrund der durch die Beweidung geschaffenen kleinstandörtlichen Nischenvielfalt zeichnen sich derartige Weide-Kiefernwälder, wie sie rezent noch recht ausgedehnt im Hangfußbereich des Ofenbergs anzutreffen sind, oft durch einen bemerkenswerten Artenreichtum (> 80 Arten pro Aufnahme) aus.

Vergleichsweise frische und reife Standorte besiedelt die **Subassoziation von *Knautia dipsacifolia***, der die Flachgründigkeitszeiger der Subassoziation von *Teucrium montanum* weitgehend fehlen. Bezeichnend für diese Einheit ist eine besonders vitale und oft fast flächendeckende Entwicklung der Hochgräser und ein verstärktes Auftreten anspruchsvoller, frischebedürftiger Mesophyten und Laubwaldarten. Zu maximaler Entfaltung gelangen die Hochgräser in der ***Molinia*-Fazies** der Subassoziation von *Knautia dipsacifolia*, die vorzugsweise auf periodisch sickerfeuchten konkaven Hängen oder auf stärker tonhaltigen Dolomitgesteinen zu finden ist. Die Bestände der Subassoziation von *Knautia dipsacifolia* sind häufig sekundärer Natur! Eine Weiterentwicklung zu bodentrockenen seggenreichen Bergmischwäldern scheidet heute oft am Wildverbiß.

Subassoziationen der Auen und Griesstandorte:

Die **Subassoziation von *Dryas octopetala*** besiedelt die jungen, grobschotterigen und feinerdearmen Alluvionen der Alpenflüsse und Griesstrecken. In dieser initial-pionierhaft anmutenden Subassoziation, die oft nur locker von krüppeligen Kiefern überstellt ist, prägen neben den markanten *Dryas octopetala*-Spalieren zahlreiche Schuttflurarten und alpine Schwemmlinge wie *Hieracium piloselloides*, *Hieracium glaucum*, *Gypsophila repens*, *Petasites paradoxus* und *Saxifraga caesia* sowie Sand-Rohboden-Arten kontinentaler Verbreitung wie *Carex ericetorum* und *Viola rupestris* das Erscheinungsbild der schütterten Bodenvegetation. Die Bestände gehen durch Kiefernflug aus Kalkschuttfluren hervor und sind besonders großflächig im Friedergries aber auch in den Loisachauen bei Griesen anzutreffen.

Auf reiferen Standorten mit bereits m.o.w geschlossener Bodenvegetation findet sich die **Subassoziation von *Thesium rostratum***, in der die ausgesprochenen Rohboden- und Schutt-

flurarten bereits fehlen, die aber noch zahlreiche kleinwüchsige Lückenbüßer wie *Globularia cordifolia*, *Thesium rostratum*, *Teucrium montanum* und *Coronilla vaginalis* enthält, die durch eine extensive Beweidung, wie sie heute noch im Friedergries praktiziert wird, eine deutliche Förderung erfahren.

Auf Flußterrassen mit mächtigerer feinsandig-schluffiger Überlagerung findet sich die vergleichsweise mesophytische, von Hochgräsern dominierte **Subassoziatio von *Epipactis palustris*** in der neben der namensgebenden Art zahlreiche weitere Wechselfeuchte und Frischezeiger zu finden sind. Entsprechende Bestände, bei denen es sich häufig um ehemalige Weide- und Streunutzungswälder handelt sind vergleichsweise großflächig in den Loischauern östlich Grieben anzutreffen, wo sie in direktem Kontakt zu brachgefallenen Pfeifengras-Streuwiesen stehen.

Fast ausschließlich im Bereich älterer feinerdearmer Schotterterrassen mit mächtigen Trockenmoderauflagen ist die **Subassoziatio von *Vaccinium vitis-idea*** anzutreffen. Neben der namensgebenden Preiselbeere finden sich darin meist weitere Säurezeiger wie *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* und *Homogyne alpina* sowie vermehrt mesophytische Laubwaldarten, die bereits auf eine Weiterentwicklung zum Pyrolo-Abietetum verweisen. Kennzeichnend für diese Subassoziatio ist ferner eine - im Calamagrostio-Pinetum normalerweise ungewöhnliche - reiche Entwicklung der Moosschicht aus *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum* u. a.. Entsprechende Bestände sind vergleichsweise großflächig im Westteil des Friedergrieses zu finden.

7.2 Kontaktgesellschaften der Buntreitgras-Kiefernwälder

7.2.1 Kalkschuttfluren

Kalkschuttfluren bilden nach weitgehender Substratkonsolidierung großflächig das jüngste Glied der Vegetationsentwicklung auf Dolomitschotter im Friedergries. Als bezeichnende Arten finden sich darin zahlreiche alpine Schuttflur- und Rasenarten wie *Dryas octopetala*, *Tolpis staticifolia*, *Hieracium glaucum*, *Hieracium piloselloides*, *Petasites paradoxus*, *Gypsophila repens*, *Campanula cochlearifolia*, *Saxifraga caesia*, *Globularia cordifolia* und *Silene vulgaris* ssp. *glareosa*. Als floristische Besonderheit enthalten die Schuttfluren im Friedergries regelmäßig das thermophile Rauhgras (*Achanatherum calamagrostis*) sowie die alpinen Schwemmlinge *Athamanta cretensis* und *Galium megalospermum* und örtlich auch *Carex*

baldenis. Die Schuttfluren sind regelmäßig locker durchsetzt von niedrigen Sträuchern der Lavendelweide (*Salix elaeagnos*), die aber infolge der standörtlichen Trockenheit kaum höher als eins bis zwei Meter werden und häufig wieder vertrocknen. Zur Ausbildung echter Lavendelweidengebüsche (*Salicetum elaeagnii*) kommt es nur auf feinkörnigeren Substraten und/oder bei permanentem Grundwasseranschluß.

Obwohl der namensgebende Knorpelsalat (*Chondrilla chodrilloides*) recht selten auftritt, entsprechen die Schuttfluren des Friedergries weitgehend dem Chondrilletum chodrilloides, der bezeichnenden, von alpinen Schwemmlingen geprägten Schuttflurgesellschaft der Kalkalpenflüsse.

Sofern nicht immer wieder eine Störung durch Überschüttung eintritt entwickeln sich die Schuttfluren durch den Anflug von Waldkiefern und Spirken weiter zu initialen Erico-Pinion-Gesellschaften (*Calamagrostio-Pinetum dryadetosum*).

7.2.2 Kalkmagerrasen

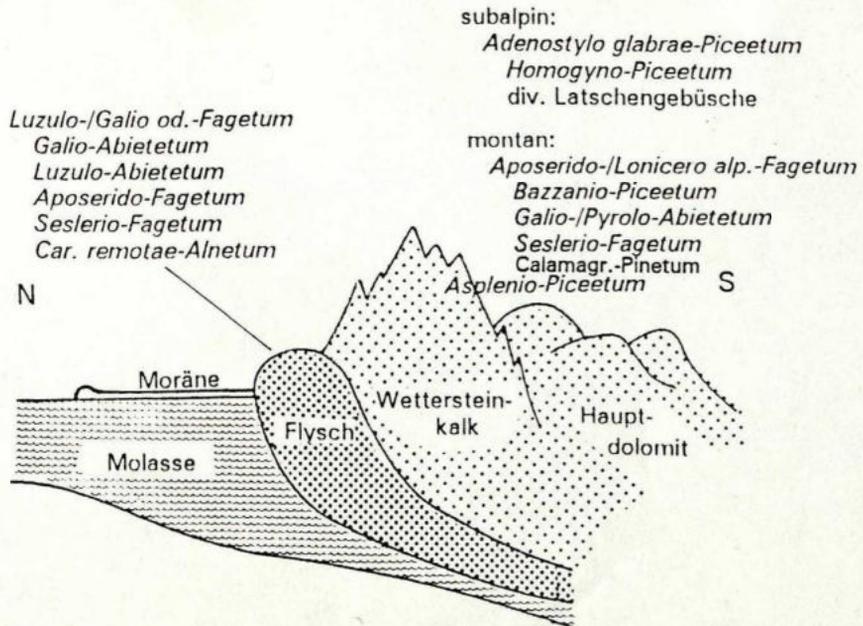
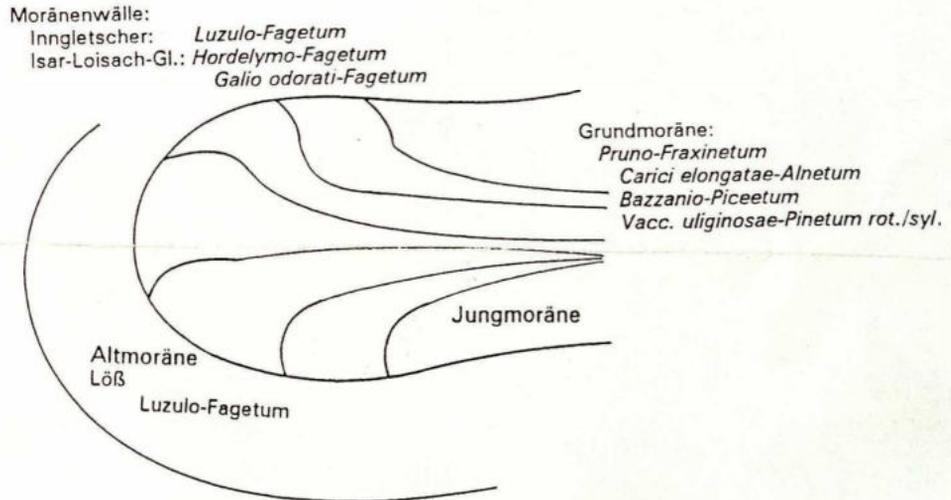
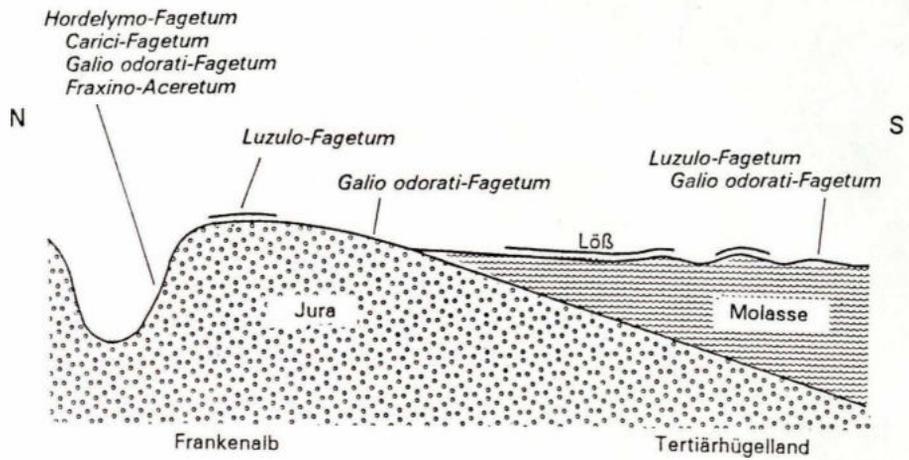
Offene, überschirmungsfreie Kalkmagerrasen finden sich innerhalb der Buntreitgras-Kiefernwaldkomplexe sowohl auf primär nicht waldfähigen Standorten wie steilen Grabeneinhängen und felsigen Schrofen als auch im Bereich größerer sekundärer, anthropo-zoogener Auflichtungen innerhalb und am Rande der Bestände. Die Kalkmagerrasen werden in der Regel aufgebaut von vergleichsweise niederwüchsigen Seggen und Gräsern wie *Carex humilis*, *Sesleria varia* und *Carex sempervirens*, während Hochgräser wie *Molinia caerulea* agg. und *Brachypodium rupestre* im Gegensatz zu den Kiefernwäldern nur auf betont frischen Standorten stärker in den Vordergrund treten. Im Vergleich zu den Kiefernwäldern enthalten die Rasen mit wesentlich höherer Stetigkeit und Abundanz ausgesprochen heliophile Sippen und kleinwüchsige Lückenbüßer wie *Teucrium montanum* und *Coronilla vaginalis*, während mesophytsche Arten deutlich zurücktreten oder oft sogar noch gänzlich fehlen.

Die soziologische Zuordnung der Erico-Pinion-nahen Kalkmagerrasen gestaltet sich äußerst schwierig da in ihnen in fast gleichen Mengenanteilen Arten der Festuco-Brometea, der Seslerietea, der Trifolio-Geranieta und der Erico-Pinetea zusammentreffen. In frischeren Ausbildungen sind ferner reichlich Molinion-Arten, darunter u. a. auch die seltene *Gladiolus palustris* zu finden.

Am ehesten entsprechen diese Bestände noch dem von der Schwäbischen Alb beschrieben Laserpitio-Seslerietum, sie könnten aber auch als eine thermophile montane Höhenform des Seslerio-Caricetum sempervirentis oder gar als Lichtphasen des Calamagrostio-Pinetum aufgefaßt werden.

Schematische Übersicht über die Waldgesellschaften in südbayerischen Teillandschaften

A. Fischer, Forstwissenschaftliche Fakultät LMU München, 7.96



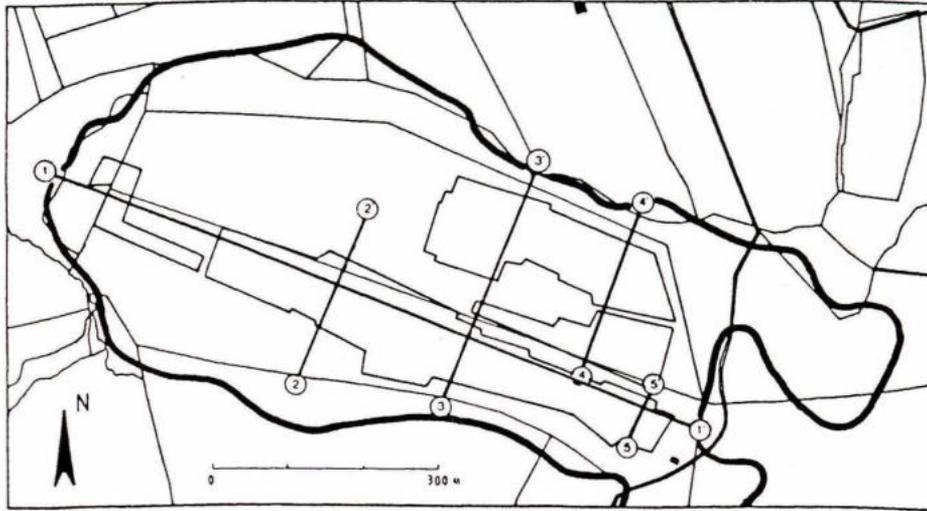


Abb. 66:
Transektverlauf im Wiener Filz.

- Grenze der Torfabbauflächen (vgl. Abb. 26)
- Grenze des Torfkörpers

Abb. 90: Legende zu den Transekten der untersuchten Moore (außer Vegetation).

1 - 1' Transektbezeichnung bzw. -verlauf

S - W Himmelsrichtung

1 - Vegetation

Bohrung (Nummer des Bohrprofils)

Transektschnittpunkt

Pegelrohr

Graben

Höhe über Meeresspiegel

Aufwuchs

Bunkerde

Eriophorum-Sphagnum-Torf

Eriophorum-Sphagnum-Übergangsmoortorf

Scheuchzeria-Torf

Carex-Sphagnum-Torf

Sphagnum scutifolia-Torf

Braunmoortorf

Carex-Phragmites-Übergangsmoortorf

Carex-Phragmites-Torf

Carex-Phragmites-Torf mit Almelagerungen

Carex-Phragmites-Torf mit mineralischem Anteil

Moltreste in den einzelnen Torfen

Torfmulde

Tonnmulde

Mineralischer Untergrund

Wasser bzw. in Zusammenhang mit extrem wasserhaltigen Torfen

Torfchlamm

02468 Oben: Grenzen der Grundstücksparzellen (s.T. mit Nummern der Grundstücksparzellen)

Mitte: Grenzen der ehemaligen Abbaugelände bzw. sonstiger früherer Nutzungen
M - Maschinentorfisch, S - Handtorfisch;
F - Fräktorfabbau, W - Weg, HV - Hauptvorfluter, Str - Streunutzung

Unten: Grenzen der heutigen Nutzung der Flächen
Fo - Forstwirtschaftliche Nutzung, Strw - Straußweide, Fue - Futterweide, Vie - Viehweide, Ke - Kennturierungsmaßnahmen, Str - Strasse, W - Weg, HV - Hauptvorfluter

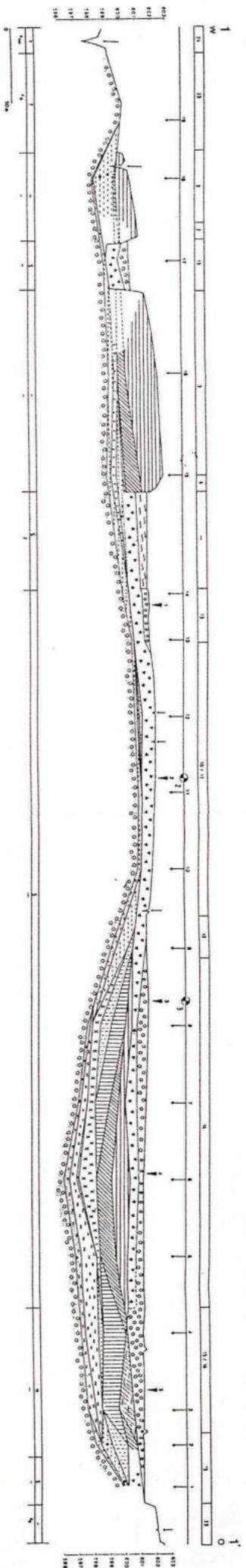


Abb. 67: Transekt 1-1', Wieninger Filz (Legende siehe Anhang 3).

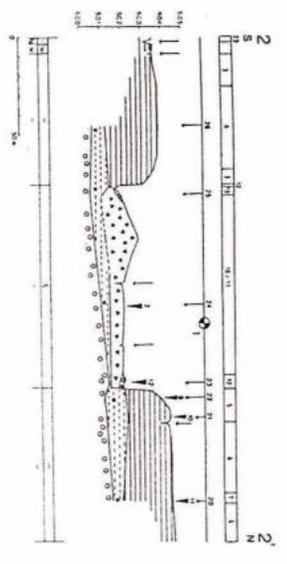


Abb. 68: Transekt 2-2', Wieninger Filz (Legende siehe Anhang 3).

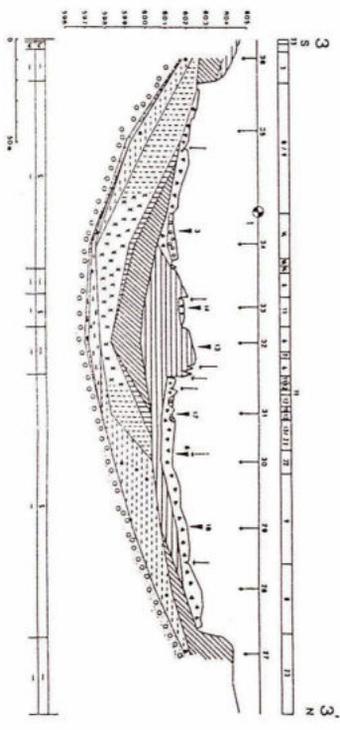


Abb. 69: Transekt 3-3', Wieninger Filz (Legende siehe Anhang 3).

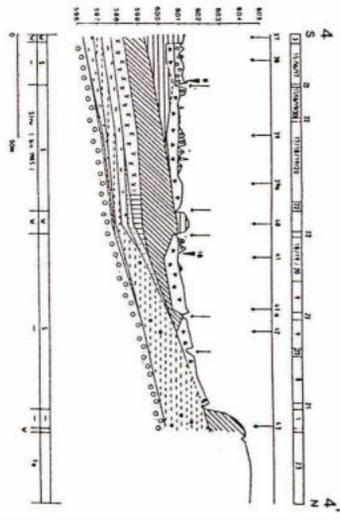


Abb. 70: Transekt 4-4', Wieninger Filz (Legende siehe Anhang 3).

Kartiereinheit	Bandortstich																																						
	17	18	19	20	21	22																																	
Laufende Aufnahmeummer	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81		
Wuener	17	18	6	13	4	11	14	3	3	10	2	2	5	25	4	12	1	1	20	9	8	5	7	1	21	6	7	19	23	24	5	9	16	13	3	4	8		
Jahr	86	86	86	87	87	87	87	87	87	86	87	86	87	86	87	86	86	86	86	87	86	86	87	87	86	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Monat	8	8	8	10	10	10	10	10	10	8	10	8	10	10	8	8	10	10	8	8	10	8	8	10	8	10	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tag	21	20	5	14	14	14	14	14	14	5	14	5	14	14	21	5	14	5	17	21	14	14	5	5	14	21	14	14	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Fläche (a²)	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Species	17	18	19	20	21	22
d1 Pinus sylvestris B
Betula pubescens agg. B
Vaccinium myrtillus
d2 Vaccinium uliginosum
Vaccinium vitis-idaea
Dicranum polysetum
d3 Leucobryum glauc./junip.
d4 Pleurozium schreberi
d5 Franula alnus S
d6 Calluna vulgaris	2 + 2	2 2 2 1 2	.	.	.	.
d7 Sphaagnum capillifolium	3 1 4	2 1 1	.	.	.	.
Polytrichum strictum	3 2 2	2 1	.	.	.	.
d8 Molinia caerulea	+	+	+	+	+	+
d9 Andromeda polifolia	1	.	.	.	.	.
d10 Sphaagnum angustifolium
d11 Eriophorum vaginatum	2 1	.	.	.	.	.
d12 Vaccinium oxycoccus	1 1 2 1 1 1 1 2	+	+	+	+	+
d13 Pinus mugo agg. fo. pr. S
d14 Dicranum undulatum
Cladonia div. spec.
d15 Sphaagnum papillosum	4 5 2	4 5 2 5	.	.	.	.
d16 Rhynchospora alba	+	+	+	+	+	+
d17 Picea abies B
Polytrichum formosum
d18 Sphaagnum cuspidatum
d19 Sphaagnum fibriatum
d20 Drosera rotundifolia
d21 Scheuchzeria palustris
d22 Eriophorum angustifolium
d23 Carex limosa
Carex rostrata
d24 Drosera intermedia
d25 Potentilla erecta
Tofieldia calyculata
d26 Carex lasiocarpa
d27 Trichophorum alpinum
d28 Sphaagnum subsecundum
Sphaagnum subnitens
d29 Parnassia palustris
d30 Carex elata fo. dissoluta
Camphylus stellatum
d31 Drepanocladus revolvens
Scorpidium scorpioides
d32 Carex demissa
Riccardia pinguis
d33 Typha latifolia
d34 Utricularia intermedia
d35 Alnus glutinosa B
Phragmites australis
d36 Salix aurita S
Angelica sylvestris
Carex elata
Galium palustre
Lycopus europaeus
Lythrum salicaria
Peucedanum palustre
Valeriana dioica
Viola palustris
Amblystegium kochii
Bryum pseudotriquetrum
Calliergonella cuspidata
Plagiomnium elatum
Aulacomnium palustre
Betula pubescens agg.
Sphaagnum magellanicum
Picea abies
Ficinia v. S
Pinus sylvestris
Franula alnus
Camphylus pyriformis
Lysimachia vulgaris
Hypnum cupressiforme
Hylacomium splendens
Melanopyrum pratense
Betula pubescens agg. S
Pinus sylvestris S
Dicranum scoparium
Drosera aenolica
Betula pendula B
Sphaagnum palustre
Polytrichum commune
Carex echinata
Salix aurita