Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde (AFSV) im Werdenfelser Land

19. – 22.09 2001

Forstämter Garmisch-Partenkirchen und Oberammergau

Tagungsführer

mit Beiträgen von:

Jörg Ewald (FHW)

Eckart Kolb (TUM)

Christian Kölling (LWF, Redaktion)

Wolfgang Lorenz

Helge Walentowski (LWF)

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG

Fachhochschule Weihenstephan
University of Applied Sciences

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Bavarian State Institute of Forestry)
Postanschrift: Am Hochanger 11, 85354 Freising (Deutschland - Germany - Allemagne)
Tel.: +49 08161 71 4881, Telefax: +49 08161 71 4971, e-mail: poststelle@fo-lwf.bayern.de
http://www.lwf.uni-muenchen.de

Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde (AFSV) im Werdenfelser Land

Inhaltsverzeichnis

1 PROGRAMM 5

2 TEILNEHMERLISTE 8

3 EINFÜHRUNG 11

3.1 LAGE DES EXKURSIONSGEBIETS WERDENFELSER LAND 11
3.2 GEOLOGIE UND GEOMORPHOLOGIE 12
3.3 KLIMA UND HÖHENSTUFEN 16
3.4 BÖDEN 20
3.4.1 Bodentypen im Überblick 20
3.4.2 Tangel - die wenig bekannte Humusform 20
3.5 WALDGESELLSCHAFTEN 25
3.6 WALDGESCHICHTE 30
3.7 LITERATUR 33

4 EXKURSIONEN 1, 2 UND 3 35

4.1 EXKURSION 1: MONTANE WALDGESELLSCHAFTEN IM AMMERGEBIRGE 35
4.1.1 Allgemeines zum Exkursionsgebiet 35
4.1.2 Exkursionspunkte 39
4.1.3 Literatur 57
4.2 EXKURSION 2 KREUZECK/ALPSPITZE: SUBALPINE UND ALPINE PFLANZENGESELLSCHAFTEN IM WETTERSTEINGEBIRGE 58
4.2.1 Allgemeines zum Exkursionsgebiet 59
4.2.2 Exkursionspunkte 60
4.2.3 Literatur 80
4.3 EXKURSION 3: REITGRAS-KIEFERNWÄLDER IM LOISACHTAL 81
4.3.1 Einführung 81
4.3.2 Klima 81
4.3.3 Geologie und Geomorphologie der Buntreitgras-Kiefernwaldstandorte 81
4.3.4 Böden 82
4.3.5 Vegetationsgeschichte und traditionelle Nutzung 82
4.3.6 Flora 83

4.3.7 Pflanzengesellschaften *84*
4.3.8 Literatur *87*
4.3.9 Karte des Exkursionsgebiets *88*

5 ABSTRACTS DER VORTRÄGE 89

5.1 WALDNATURSCHUTZ IM BAYERISCHEN HOCHGEBIRGE 89
5.1.1 Der Staatswald im Hochgebirge *89*
5.1.2 Das ökologische Netz *89*
5.1.3 Naturschutz und Waldbau *90*
5.2 VEGETATIONSÖKOLOGISCHE BEWERTUNG VON WÄLDERN IM SALZKAMMERGUT BASIEREND AUF DIGITALEN GEOPARAMETERN IM GIS 92
5.3 PFLANZENSOZIOLOGISCHE STANDORTSKARTIERUNG UND IHRE ANWENDUNG IM SCHWEIZERISCHEN HOCHGEBIRGSWALDBAU 94
5.4 VEGETATIONSGESTÜTZTE STANDORTSEINHEITEN IM HOCHGEBIRGE BAYERNS 96

1 Programm

Die Jahrestagung findet vom 19. bis 22. September 2001 im Wetterstein- und Ammergebirge statt. Tagungs- und Übernachtungsort ist die Jungbauern- und Jungbäuerinnenschule, Alpspitzstraße 6, 82491 Grainau (westl. Garmisch-Partenkirchen), Tel. 08821/8717.

Mittwoch, 19. September, ab 14.00 Uhr

Vortragsveranstaltung

(1) 14.00 - 14.15 *H. Künne*: Eröffnung der Tagung

(2) 14.15 - 14.30 Grußworte (Forstdir. Obb./Schw.?)

(3) 14.30 - 15.00 *Christian Kölling*, LWF Freising:
Standortsverhältnisse im Werdenfelser Land

(4) 15.00 - 15.20 *Hans-Jürgen Gulder*, LWF Freising:
Waldnaturschutz im bayerischen Hochgebirge

(5) 15.20 - 15.50 *Monika Frehner***,** Sargans und *Hansueli Frey*, Chur:
Pflanzensoziologische Standortskartierung und ihre Anwendung im schweizerischen Hochgebirgswaldbau

(6) 15.50 - 16.15 Pause

(7) 16.15 - 16.45 *Ralf Klosterhuber***,** Innsbruck:
Modellierte Vegetationskarten: Ein Ersatz für die Standortskartierung im Hochgebirge?

(8) 16.45 - 17.15 *Jörg Ewald*, Weihenstephan:
Kombinierte Standortskartierung im bayerischen Hochgebirge

(9) 17.15 - 17.30 *H. Künne*:
Hinweise zum Exkursionsprogramm und zum Ablauf der Tagung

Donnerstag/Freitag, 20./21. September, ganztags

Exkursionen in das Wettersteingebirge und in die Ammergauer Berge
Parallelveranstaltung in zwei Gruppen

Führung Gruppe 1 / 2: Wetterstein: Kreuzeck, Alpspitze
Eckhart Kolb, TUM Weihenstephan
Helge Walentowski, LWF Freising

Fahrt mit Zugspitzbahn (Abfahrt 8.00 Uhr vom Bahnhof Obergrainau) zur Tal-station der Kreuzeckbahn in Garmisch. Auffahrt mit Bergbahn zum Kreuzeck. Rundwanderung zwischen 1550 und 1880 m üNN in der Fichtenwaldstufe und im Bereich der Waldgrenze, z.T. auf „alpinen Steigen“ („Trittsicherheit“ und Bergwander-Ausrüstung erforderlich!). Abfahrt mit Bergbahn.

- Tiefsubalpiner Karbonat-Fichtenwald - Tangelhumus und Mullrendzina
- Karbonatblock-Fichtenwald - Skeletthumusboden
- Latschengebüsch - Tangelhumus auf Karbonatfels
- Schuttfluren und alpine Rasen - Kalksyrosem, Pech- und Mullrendzina

Führung Gruppe 2/1: Ammergauer Berge: Laber, Ettaler Manndl
Jörg Ewald, FH Weihenstephan
Christian Kölling, LWF Freising

Fahrt mit gemietetem Bus (Abfahrt 8.00 Uhr an der Bauernschule). Wanderung im Bergmischwald zwischen Oberau/Kloster Ettal/Ettaler Manndl.

- Aposerido-Fagetum - Rendzina - Terra fusca aus Hauptdolomit-Schutt
- Galio odorati-Fagetum – Pseudogley-Pelosol aus Lias-Fleckenmergel
- Luzulo-Fagetum - Eisen-Humus-Podsol aus Lias-Kieselkalk
- Ulmo-Aceretum - Rendzina aus Oberrätkalkblockhalde
- Asplenio-Piceetum - Blockschutt-Mosaik aus Oberrätkalkbergsturz

Donnerstag, 20. September, abends: Mitgliederversammlung

Samstag, 22. September, vormittags

Exkursion in die Schneeheide-Kiefernwälder am Ofenberg im oberen Loisachtal

Führung: Wolfgang Lorenz, Gotteszell
Bruno Haas, LRA Garmisch-Partenkirchen
Wolfgang Kraus, LRA Garmisch-Partenkirchen
Peter Strohwasser, LRA Garmisch-Partenkirchen.
Eingeladen: Herr Markus Hildebrand, Schutzwaldsanierungs-Sektion Oberbayern-West

Fahrt mit gemietetem Bus (Abfahrt 8.00 Bauernschule, Rückkunft ca. 12.30 Uhr)

Diskussion:

- Naturnähe von Beständen am Hang und in der Loisachaue
- Erhaltung – Schutzwaldsanierung

2 Teilnehmerliste

Stand 1.9.2001

Nr.	Teilnehmer	Gruppe*)
1	Altenhof, Helmut, Schlegelstr. 11, 38300 Wolfenbüttel	1
2	Backenköhler, Horst, Im Müggenhorn 3, 27624 Bad Bederkesa	1
3	Baier, Roland, Fachgebiet Waldernährung u. Wasserhaushalt, TUM, Am Hochanger 13, 85354 Freising	1
4	Balk, Georg, Johanneswerkstr. 41A, 33611 Bielefeld	1
5	Bartsch, Liane, Zum Texas 9, 31848 Bad Münden	1
6	Bester, Ralf, Breitscheidstr. 45, 19306 Neustadt-Glewe	1
7	Bormeister, Dr. Hans-Joachim, Bahnhofstraße 34, 16792 Zehdenick	1
8	Bräker, Dr. Stefan, Ropenstaller Weg 2, 51377 Leverkusen	1
9	Brandt, Volker, F.-Schultz-Str. 16, 19055 Schwerin	1
10	Buchert, Harald, Dorfstr. 40, 29331 Lachendorf	1
11	Ehmke, Dr. Wolfgang, Lindenstr. 2, 65232 Taunusstein	1
12	Frau Ehmke, Lindenstr. 2, 65232 Taunusstein	1
13	Englisch, Dr. Michael, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien	1
14	Ewald, Prof. Dr. Jörg, Ackerstr. 1, 84541 München	---
15	Frau Ewald, Ackerstr. 1, 84541 München	---
16	Fisel, Andreas, Burgsiedlung 12, 87527 Sonthofen	1
17	Frehner, Monika, Sixar 9, Ch-7320 Sargans	1
18	Frey, Dr. Hans-Ulrich, Atragene, Bahnhofstr. 20, CH-7000 Chur	2
19	Frischling, Klaus, Zickerickstr. 6, 38304 Wolfenbüttel	1
20	Geiling, Siegfried, Am Johannisberg 12, 07747 Jena-Lobeda	1
21	Glogner, Kurt, Am Schützenrain 10, 64823 Raibach	1
22	Gulder, Hans-Jürgen, LWF, Am Hochanger 11, 85354 Freising	1
23	Haas, Bruno, LRA, 82467 Garmisch-Partenkirchen	---
24	Heller, Matthias, Obere Str. 12, 37130 Gleichen	1
25	Herzog, Werner, Dörnbergstr. 3, 34119 Kassel	1
26	Hesse, H., von-Thünen-Str. 39, 19053 Schwerin	1
27	Hesse, K., von-Thünen-Str. 39, 19053 Schwerin	1
28	Hetsch, Prof. Dr. Wolfgang, FH, FB Forstwirtschaft, Büsgenweg 1 A, 37077 Göttingen	1

*) Gruppe 1: 20.9.: Wetterstein/Kreuzeck 21.9.: Ammergauer Berge
Gruppe 2: 20.9.: Ammergauer Berge 21.9.: Wetterstein/Kreuzeck
Gruppen 1 + 2: 22.9.: Ofenberg

Nr.	Teilnehmer	Gruppe*)
29	Hildebrandt, Markus, Funktionsstelle Schutzwaldsanierung, Bahnhofstr. 16, 82418 Murnau	---
30	Hocke, Richard, Joh.-Strauß-Str. 6, 35460 Staufenberg	1
31	Hoffmeister, Rainer, Neustadt 14, 38729 Hahausen	1
32	Hofmann, Sibylle, Wohmbrechts 24, 88145 Hergatz	1
33	Hooge, Horst, Altes Forsthaus Niedeck, 37130 Gleichen-Benniehausen	1
34	Kerck, Prof. Dr. Konrad, FH, FB Forstwirtschaft, Büsgenweg 1 A, 37077 Göttingen	1
35	Klosterhuber, Ralf, Innstr. 23/11, A-6020 Innsbruck	1
36	Koch, Ulrich, Weidenstr. 18, 45899 Gelsenkirchen	2
37	Kolb, Dr. Eckhard, TUM, Abt. Bodenkunde, Am Hochanger 13, 85354 Freising	---
38	Kölling, Dr. Christian, LWF, Am Hochanger 11, 85354 Freising	---
39	Koller, Ellen, Schmerb, 96157 Ebrach	1
40	Konopatzky, Alexander, Gersdorfer Str. 4a, 16248 Hohenfinow	1
41	Kraus, Wolfgang, LRA, 82467 Garmisch-Partenkirchen	---
42	Kroll, Rudolf, Oberer Kirchberg 13, 57271 Hilchenbach	2
43	Künne, Prof. Dr. Horst, Schulstr. 2, 85406 Zolling-Oberappersdorf	1
44	Künne, Ingrid, Schulstr. 2, 85406 Zolling-Oberappersdorf	2
45	Lemke, Eilhard, Kirschenallee 7, 17237 Usadel	2
46	Leppelmann, F.F., Schlesienstr. 8, 57319 Bad Berleburg	2
47	Löwis of Menar, Olaf von, Verein f. forstl. Standortserkundung e.V., Plinganserstr. 8, 81369 München	2
48	Lohse, Holger, Frauensteiner Str. 14, 01776 Hermsdorf/E.	2
49	Lorenz, Wolfgang, Kalvarienberg 2, 94239 Gotteszell	2
50	Mayer, Philipp, Geobotanik, Dept. f. Ökologie, TUM, Am Hochanger 13, 85350 Freising	2
51	Meyer, Dr. Rolf, Beethovenstr. 9, 82319 Starnberg	2
52	Michiels, Dr. Hans-Gerhard, An der Halde 12, 79312 Emmendingen	2
53	Möhle, André, An der Nicolaikirche 6, 30880 Laatzen	2
54	Mühlhäußer, Gerhard, Mayenrainweg 2 C, 79249 Merzhausen	---
55	Frau Mühlhäußer, Mayenrainweg 2 C, 79249 Merzhausen	---
56	Naeder, Karola, Dorfstr. 40, 29331 Lachendorf-Gockenholz	1
57	Neuerburg, Wolfgang, Am Bruckerfeld 19a, 82547 Beuerberg	2
58	Pampe, Axel, Klostergut 1, 37130 Gleichen	2

*) Gruppe 1: 20.9.: Wetterstein/Kreuzeck 21.9.: Ammergauer Berge
Gruppe 2: 20.9.: Ammergauer Berge 21.9.: Wetterstein/Kreuzeck
Gruppen 1 + 2: 22.9.: Ofenberg

Nr.	Teilnehmer	Gruppe*)
59	Richter, Dr. Franz, Geol. Dienst NRW, De-Greiff-Str. 195, 47803 Krefeld	2
60	Rieger, Helmut, Brauereistr. 9, 56269 Dierdorf	2
61	Rückert, Susanne, Neustadt 14, 38729 Hahausen	1
62	Schaper, Dr. Christoph, Mittelweg 7, 38302 Wolfenbüttel	2
63	Schölch, Prof. Dr. M., FH Weihenstephan, FB Forstwirtschaft ,85350 Freising	2
64	Schornick, Dr. Olga, Moltkestr. 5, 67433 Neustadt	2
65	Schramm, Hans-Joachim, Hohlweg 4, 98634 Wasungen	2
66	Schütte, Klaus, Am Haspelkampf 4, 38378 Warberg	2
67	Frau Schütte, Am Haspelkampf 4, 38378 Warberg	2
68	Schütz, Dr. Hans-Uwe, Haverbeck 27, 48624 Schöppingen	2
69	Schwabe, Matthias, Birkenweg 9, 17192 Waren	2
70	Siegert, Helmut J., Am Steimel 2, 57392 Kirchrarbach	2
71	Starlinger, Dipl.Ing. Franz, Forstl. Bundesversuchsanst., Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1130 Wien	1
72	Streitz, Dr. Harald, Rilkestr. 3, 65207 Wiesbaden	2
73	Frau Streitz, Rilkestr. 3, 65207 Wiesbaden	2
74	Strohwasser, Peter, LRA, 82467 Garmisch-Partenkirchen	---
75	Stüber, Dr. Volker, Forstweg 1, 38302 Wolfenbüttel	2
76	Teufel, Uli, Forststr. 10, 86940 Schwifting	2
77	Titze, Dr. Peter, Inst. f. Botanik II, Universität, Staudtstr. 5, 91058 Erlangen	2
78	Wachter, Hubertus, Luisenweg 24, 38302 Wolfenbüttel	2
79	Walentowski, Dr. Helge, LWF, Am Hochanger 11, 85354 Freising	---
80	Weber, Dr. Gabriele, Buchenstraße 9, 85395 Wolfersdorf	2
81	Weigel, Christian, Alte Siedlung 7, 38170 Kneitlingen	2
82	Wiebel, Martin, FVA, Abt. B u. S, Wonnhaldestr. 4, 79100 Freiburg	1
83	Frau Wiebel, 79100 Freiburg	1
84	Wilski, Detlev, Adolfstr. 36, 12621 Berlin-Kaulsdorf	2
85	Wirner, Michael, Ringstr. 5, 19306 Friedrichsmeer	2
86	Wolf, Fritz, Sudetenstr. 24, 74831 Gundelsheim	2
87	Wolfsperger, Heinrich, Prälat-Marschall-Str. 73, 42781 Haan-Gruiten	2
88	Zahner , Dr. Volker, FH Weihenstephan, FB Forstwirtschaft, 85350 Freising	2
89	Zukrigl, Prof. Dr. Kurt, Ghelengasse 34/I Stg. 12, A-1130 Wien	2

*) Gruppe 1: 20.9.: Wetterstein/Kreuzeck 21.9.: Ammergauer Berge
Gruppe 2: 20.9.: Ammergauer Berge 21.9.: Wetterstein/Kreuzeck
Gruppen 1 + 2: 22.9.: Ofenberg

3 Einführung[1]

3.1 Lage des Exkursionsgebiets Werdenfelser Land

JÖRG EWALD

Nach der Wuchsgebietsgliederung Bayerns (FOERST U. KREUTZER 1977, bearbeitet GULDER 1999, Abb. 1) gehört das Werdenfelser Land zum Wuchsgebiet „15 Bayerische Alpen“. Der nördliche, der Flyschzone angehörende Teil fällt in den Teilwuchsbezirk „15.4/1 Ammergauer Flyschberge“. Der kalkalpine, südliche Teil ist in etwa durch die Talachse Griessen-Garmisch-Krün gegliedert in den Wuchsbezirk „15.5 Mittlere Bayerische Kalkalpen“ (zusammengesetzt aus Ammergebirge und Estergebirge) und den südlich bis zur Landesgrenze reichenden Wuchsbezirk „15.8 Karwendel und Wettersteinmassiv“.

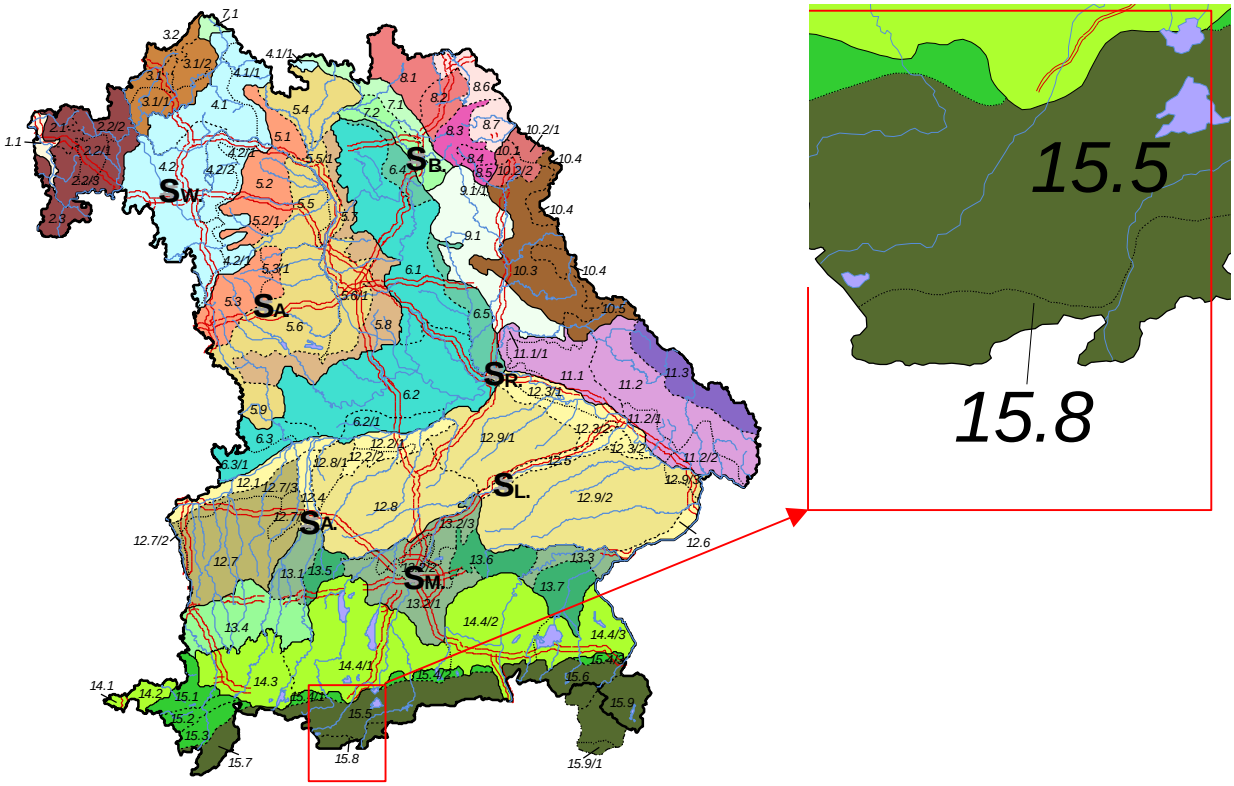


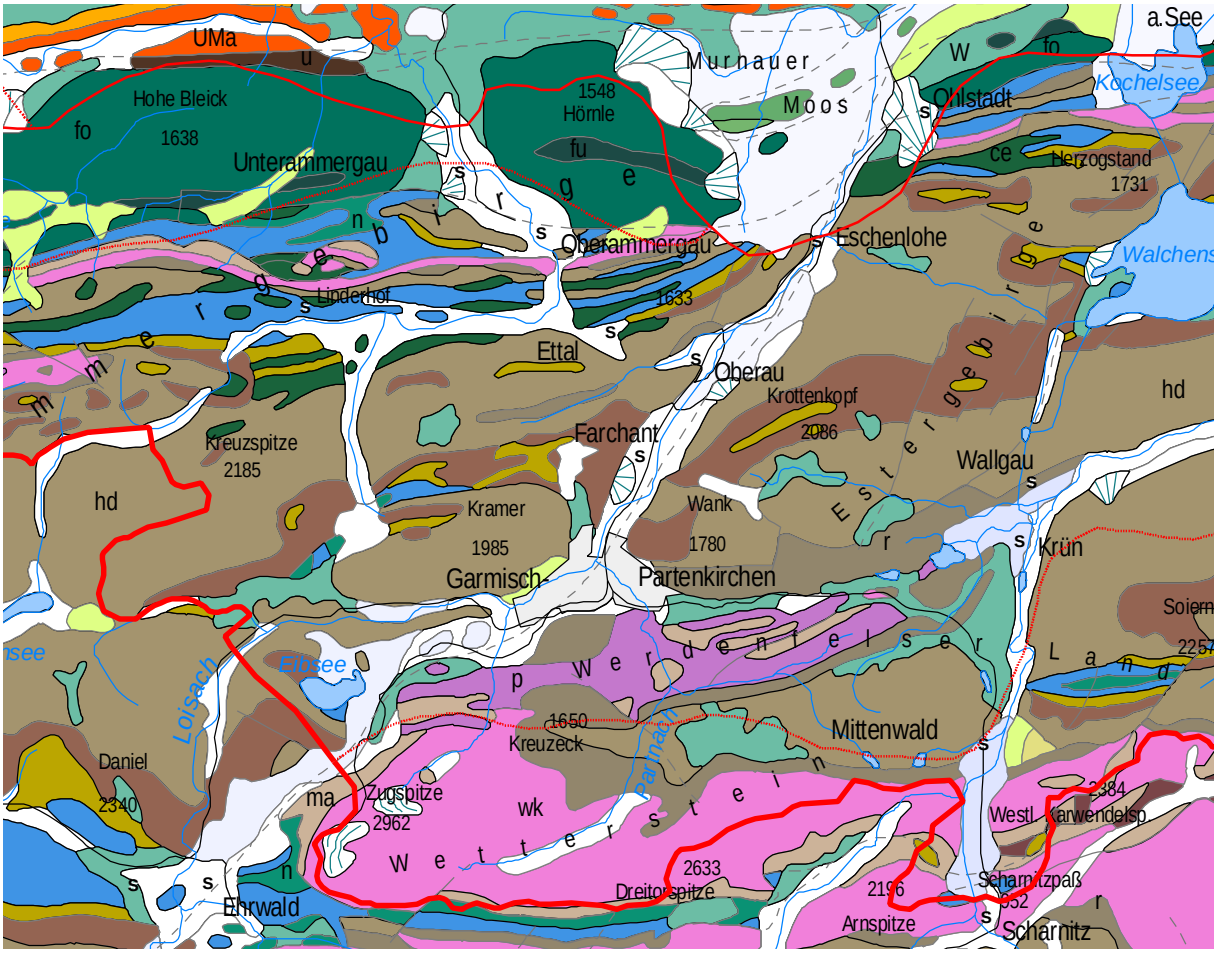
Abb. 1: Wuchsgebietsgliederung von Bayern (FOERST U. KREUTZER 1977, bearbeitet GULDER 1999)

[1] Unter Verwendung von Textpassagen aus: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2000)

3.2 Geologie und Geomorphologie

JÖRG EWALD

Infolge Faltung und tektonischer Überschiebung weist das Exkursionsgebiet eine große und für die Nordalpen typische Gesteinsvielfalt auf (BUNDESANST. FÜR GEOWISS. 1983, BAYER. GEOLOG. LANDESAMT 1996, Abb. 2). Ausschließlich im Norden verbreitet sind die Flyschgesteine (Grauwacken, Sandsteine, Mergel, Kieselkalke), die in der Kreidezeit als Tiefseesedimente abgelagert wurden. In den Köcheln des Murnauer Mooses treten kleinflächig Gesteine des Helvetikums zu Tage. Am Nordrand der kalkalpinen Zone ist in einem sehr schmalen Band die Allgäudecke aufgeschlossen. Das eigentliche Exkursionsgebiet (südlich der Linie Laaber-Rötelstein) gehört der Lechtaldecke an, in der carbonatreiche Meeressedimente der Trias vorherrschen. Die Gesteinsverbreitung innerhalb der Lechtaldecke wird wesentlich von Mulden- und Sattelstrukturen bestimmt. So gehört der Bergstock des Ettaler Manndls zur Stirnrandmulde des bayerischen Synklinoriums (KUHNERT 1963). In ihr ist auf einer Nord-Süd-Distanz von 3 km die gesamte stratigraphische Abfolge vom alttriassischen Wettersteinkalk (Ladin) bis zur kreidezeitlichen Cenoman-Serie aufgeschlossen (s. Exkursion 1). In den weiter südlich landschaftsprägenden Teilen der Lechtal-Decke dominieren dagegen die triassischen Schichtglieder; jüngere Gesteinsserien sind hier nur punktuell der Abtragung entgangen. So herrschen in den zum Werdenfelser Land gehörenden Teilen des Ammer- und Estergebirges, die den mittleren Abschnitt des Gebietes ausmachen, Gesteine der jüngeren Trias, insbesondere der Hauptdolomit (Nor) vor (s. Exkursion 3). Eine deutlich abgrenzbare Struktur innerhalb dieses Dolomitgebietes ist die Lahnerwies- und Krottenkopf-Mulde auf der Höhe von Farchant, in der Plattenkalk (Nor) und Kössener Schichten (Rät) auf größeren Flächen aufgeschlossen sind. Der die Hänge südlich von Garmisch aufbauende Wamberger Sattel enthält Aufschlüsse des Alpinen Muschelkalks (Anis) und zeichnet sich durch die dunklen Tonsteine der Partnachschichten (Beckenfazies des Ladin) aus. Südlich davon, in der Ferchenbach-Mulde, (s. Exkursion 2) wechseln Wettersteinkalk (Schwellenfazies des Ladin), Raibler Schichten (Karn, vorherrschend als dolomitisierte Rauhwacken) und Hauptdolomit (Nor).



W Jungmoränen (Würmeiszeit)
fo Oberkreide- und Alttertiär-Flysch
fu Unterkreide-Flysch
ce "Cenoman" (Alb - Turon)
n Neokom - Alb
j Lias, Dogger, Malm
ko Oberrätkalk, Kössener Schichten
pk Plattenkalk
hd Hauptdolomit
r Raibler Schichten
wk Wettersteinkalk
p Partnachschichten
ma Alpiner Muschelkalk

Abb 2.: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Bayern 1:500 000 (Bayerisches Geologisches Landesamt 1996)

Tabelle 1: Gesteinsserien des Gebietes und ihre standortskundliche Bewertung; X: vorherrschender Substratcharakter, x: Substratcharakter kann vorkommen. Aus: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2000)

Zone/Zeitliche Einordnung		Gesteinsserie	Petrographie	Standortskundl. Gruppe					
				Kalk	Dolomit	mergelig-tonig	sandig-grusig	Lockersediment	Moor
Alle Zonen									
Quartär	*Holozän*	Talfüllung	Kies, Sand					X	
	Holozän	Hangschutt	verschieden					X	
	Holozän	Schwemmkegel	verschieden					X	
	Holozän	Torfe und Anmoore							X
	Holozän	Postglazialschotter	Kies, Sand					X	
	Würm	Terrassenschotter	Kies, Sand					X	
	Würm	Moräne	Kies, Sand, Schluff					X	
Flysch-Zone									
Kreide	*Maastricht*	Hällritzer Serie	Sandsteine, Breccien				X		
	Maastricht	Zementmergel	Mergel, Sandkalke	x		X			
	Santon	Piesenkopf-Serie	Kalke, Schiefertone	x		X			
	Turon	Reiselsberger Sandstein	Grauwacken, Sandsteine				X		
	Alb	Quarzit-Serie	Sandsteine, Tonschiefer			x	X		
	Apt	Tristel-Schichten	Sandsteine, Breccien	x			X		
Ostalpine Zone									
Kreide	*Alb-Santon*	Branderfleck- u. Losensteiner Schichten	Konglomerate, Breccien, Sandsteine, Mergel			X	X		
Jura	*Malm*	Aptychenschichten	Kalke	X		x			
	Lias-Dogger	Kieselkalk	Kieselkalke	X			X		
	Lias	Fleckenmergel	Mergel	x		X			
Trias	*Rät*	Oberrät-Kalk	Kalke	X					
	Rät	Kössener Schichten	Tonmergel, Kalke	x		X			
	Nor	Plattenkalk	Kalke	X					
	Nor	Hauptdolomit	Dolomit		X				
	Karn	Raibler Schichten	Rauhwacken, Dolomite, Sandsteine, Tonschiefer	X	X	X	X		
	Ladin	Wettersteinkalk	Riffkalke	X					
	Ladin	Partnach-Schichten	Tonsteine			X			
	Anis	Alpiner Muschelkalk	Kalke	X					

Die reichhaltige Stratigraphie bedingt eine entsprechende Vielfalt der Böden und damit der edaphischen Standortsbedingungen. In Tab. 1 wurden die stratigraphischen Einheiten in Anhalt an FREYER (1988) und EWALD (1997) aufgrund ihrer vorherrschenden petrographischen Merkmale standortskundlichen Gruppen zugeordnet. Demnach treten im Gebiet Carbonatgesteine großer Reinheit (Kalke, Dolomit), mergelig-tonig verwitternde Gesteine (Mergel, Tonschiefer), sandig-grusig verwitternde Gesteine (Sand-

steine, Grauwacken, Kieselkalke), Lockersedimente (Moränen, Schotter, Alluvionen) und Moore in vielfältiger Ausprägung und komplexer räumlicher Anordnung auf.

Aus den durch Deckenüberschiebungen und Verwerfungen vorgegebenen Strukturen modellierte die Erosion das heutige Hochgebirgsrelief mit seinen Graten, Karen und glazial übertieften Tälern heraus. Am intensivsten waren diese Formungsprozesse während der Eiszeiten, in denen das Gebiets weitgehend vergletschert war bzw. periglazialen Bedingungen unterlag. Die zentralen Talräume waren von Ferneisströmen erfüllt, die lokal Seitenmoränen mit zentralalpinen Erratika (Gneise, Glimmerschiefer) hinterließen. In diese mündeten die lokalen Gletscher ein. Lediglich die nördlichen Flyschberge blieben eisfrei (VAN HUSEN 1987) und waren somit besonders lange periglazialen Bedingungen mit intensiver physikalischer Verwitterung und Solifluktion ausgesetzt. Stillstandsstadien während des Eisrückzugs hinterließen einige Lokalmoränen, deren Gesteinsbestand die jeweiligen Liefergebiete widerspiegelt. Unter periglazialen Bedingungen wurden die Hänge durch z. T. mächtige Schuttdecken eingehüllt. Rezente Erosion und Akkumulation bleiben im wesentlichen auf Wildbachgerinne, Schuttkegel und Umlagerungsstrecken in Talböden beschränkt. In ebenen, vernässten Lagen wuchsen Moore auf. Am Eibsee ereignete sich vor ca. 14 000 Jahren (JERZ 1995) der größte Bergsturz der Bayerischen Alpen.

Die Höhenunterschiede zwischen dem Loisachtal und den benachbarten Gipfeln nehmen von Norden nach Süden zu: Sie betragen zwischen Murnauer Moos (630 m) und Hörnle (1548 m) 900 m, im Bereich der Exkursion 1 zwischen Oberau (659 m) und Ettaler Manndl (1631 m) knapp 1000 m, zwischen Farchant (671 m) und Krottenkopf (2086 m) 1400 m und im Bereich der Exkursion 2 zwischen Garmisch (707 m) und Zugspitze (2962 m) 2200 m. Die felsarme Flyschzone weist mit mäßigen Hanglängen und gerundeten Gipfeln ein mittelgebirgsartiges Relief auf, in dem jedoch steile und rutschgefährdete Hänge dominieren (BAYER. STMELF 1989a,b,c). Ettaler Manndl, Estergebirge und Ammergebirge (Exkursionen 1 und 3) bilden eine typische Voralpenlandschaft, in der bereits offene Felsbildungen und Schuttströme auf belangvoller Fläche vorkommen und wo Lawinen, Gleitschnee und Steinschlag verbreitete Hanglabilitätsformen darstellen. Am ausgeprägtesten ist der Hochgebirgscharakter im Wettersteingebirge (Exkursion 2), in dem große Flächen oberhalb der Waldgrenze von Fels und aktiven Schutthalden geprägt sind. Aus den Reliefverhältnissen folgt ein von Norden nach Süden zunehmender Anteil der Schutzwälder, die insbesondere an den Hängen des dicht besiedelten und von Hauptverkehrsadern durchzogenen Loisachtales unverzichtbare Objektschutzfunktionen erfüllen.

3.3 Klima und Höhenstufen

JÖRG EWALD

Das Klima des Gebietes ist reliefbedingt bestimmt durch seine Lage im Nordstau der Alpen und eine ausgeprägte höhenzonale Gliederung. Nach der Klassifikation von WALTER U. LIETH (1963, vgl. auch REHDER 1965) gehört es vorwiegend zum Typ des relativ ozeanischen, wolkenreichen Montanklimas. Für die Referenzperiode 1931 bis 1960 findet sich bei FLIRI (1975) eine Zusammenstellung von klimatologischen Mittelwerten, die eine vergleichende Einordnung des Gebietes im Zusammenhang der Nordalpen erlaubt.

Die Temperaturen variieren zwischen Jahresmitteln von ca. 8 °C im tiefmontanen Bereich und -4.5 °C auf dem in der alpinen Stufe gelegenen Zugspitzgipfel. Dazwischen lassen sich die Temperaturmittel für das Jahr und den Sommer durch Interpolation aus der Meereshöhe recht genau abschätzen (Abb. 3). Die lineare Beziehung für das Jahresmittel im Nordtiroler Alpenraum lautet:

$$Temperatur(^\circ C) = -0{,}0048 * Meereshöhe(m) + 10{,}79$$
$$R^2 = 0{,}95$$

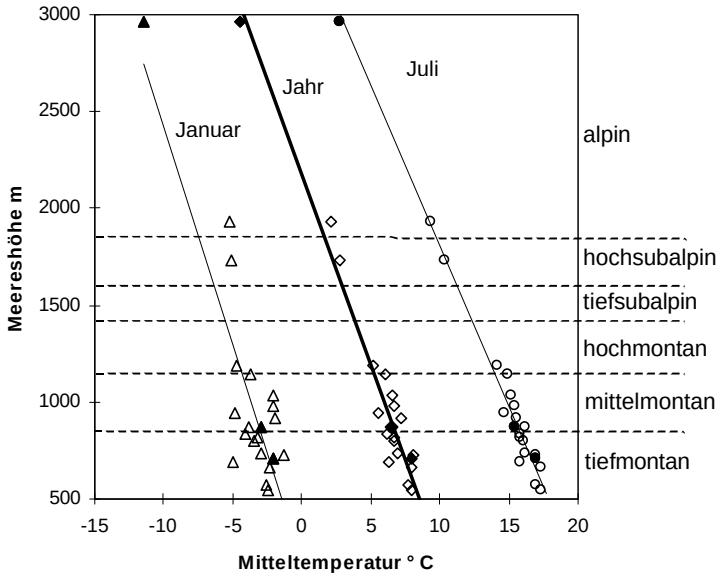


Abbildung 3: Beziehung zwischen Meereshöhe und Mitteltemperatur in den Nordtiroler Kalkalpen (offene Symbole, 69 Stationen) und im Gebiet Werdenfelser Land (gefüllte Symbole, 3 Stationen); nach Daten aus FLIRI (1975) für die Periode 1931-1960.

Mit jedem Anstieg um 100 m nimmt nach dieser Formel das Temperaturjahresmittel um 0,48 °K ab. Für die drei im Gebiet gelegenen Stationen Garmisch-Partenkirchen, Ettal und Zugspitze errechnet sich ein etwas steileres Gefälle von 0,54 °K je 100 Höhenmeter. Dem Klimaatlas von Bayern (BAY-FORKLIM 1996) ist zu entnehmen, dass die Vegetationsperiode (Tagesmittel über 5 °C) über die vertretene Höhenspanne von 230 auf weniger als 100 Tage, die Zahl der Sommertage mit Tagesmitteln über 20 °C von 30 auf weniger als 5 abnimmt. Umgekehrt steigt die Zahl der Tage mit Frost von

110 auf mehr als 200 in den Gipfellagen.

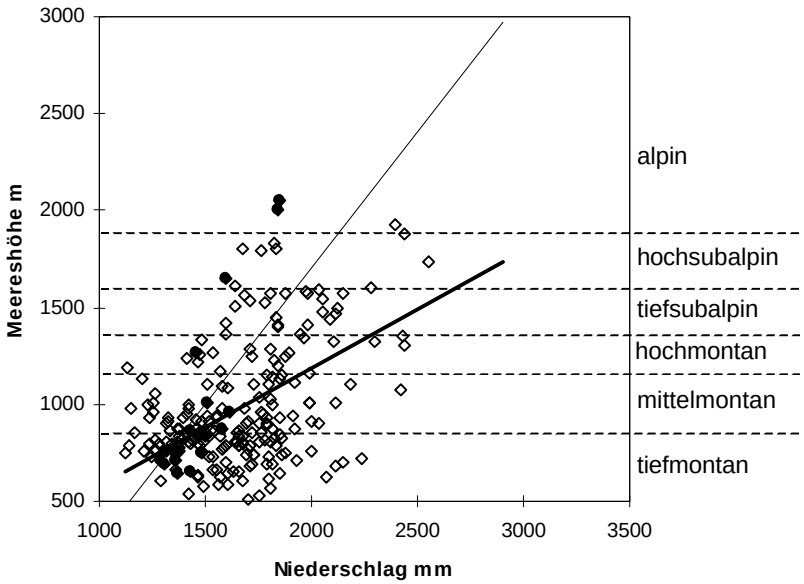


Abbildung 4: Beziehung zwischen Meereshöhe und Jahres-Niederschlag in den Nordtiroler Kalkalpen (offene Rauten, 231 Stationen) und im Gebiet Werdenfelser Land (gefüllte Kreise, 21 Stationen); nach Daten aus FLIRI (1975) für die Periode 1931-1960.

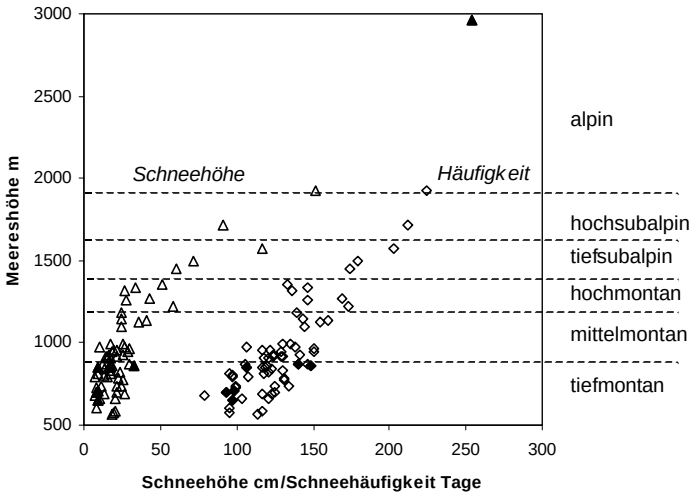


Abbildung 5: Beziehungen zwischen Meereshöhe, Schneehäufigkeit und Schneehöhe in den Nordtiroler Kalkalpen (offene Symbole, 70 Stationen) und im Gebiet Werdenfelser Land (gefüllte Symbole, 7 Stationen); nach Daten aus FLIRI (1975) für die Periode 1931-1960.

Die gemessenen jährlichen Niederschlagshöhen variieren in der montanen Stufe (500 bis 1400 m) des Gebietes mit 1200 bis 1500 mm um den für diese Höhenlagen typischen Durchschnitt. Sie nehmen mit der Meereshöhe deutlich zu, so dass in den subalpinen und alpinen Lagen durchweg über 1500 mm gemessen wurden, am Schneefernerhaus sogar nahe 3000 mm. Auffallend sind die im Rahmen der Nordalpen eher mäßigen Niederschlagssummen an den hochgelegenen Stationen Esterbergalm, Kreuzeckbahn-Bergstation, Gatterlhütte und Knorrhütte (Abb. 2). Aus der Meereshöhe lassen sich mittels einer linearen Funktion gut 75 % der Varianz im Niederschlagsmittel vorhersagen, pro 100 m Höhendifferenz steigt demnach der Niederschlag um 32 mm an:

$$Niederschlag(mm) = 0{,}32 * Meereshöhe(m) + 1166$$

$R^2 = 0{,}77$

Dieser Höhengradient ist flacher als der für alle 231 Stationen der Nordtiroler Kalkalpen errechnete Wert (R^2=0.26; 44 mm*100 m^{-1}), was auf die durchweg unterdurchschnittlichen Niederschläge in den hochmontanen Lagen des Werdenfelser Landes zurückzuführen ist (Abb. 4). Eine flachere Niederschlagszunahme über der Höhe gilt als Ausdruck hygrischer Kontinentalität (GAMS 1931, 1932, PACHE *et al.* 1996). Aus den vorliegenden Daten lässt sich allerdings kein hygrisches Kontinentalitätsgefälle vom Alpenrand gegen das Wettersteingebirge hin ableiten. Alpenrandnahe Stationen sind nicht systematisch niederschlagsreicher als solche vergleichbarer Höhe im Süden des Transektes. Festzuhalten bleibt, dass die Niederschlagssummen das Werdenfelser Land innerhalb der Bayerischen Alpen als Gebiet abgeschwächter hygrischer Ozeanität ausweisen (vgl. auch HÖLZEL 1996).

Straffer als beim Niederschlag ist nach den Daten von FLIRI (1975) die Höhenabhängigkeit von Schneedeckendauer und –höhe (Abb. 5). Die mittlere Schneehäufigkeit stieg 1930-1960 linear von unter 100 Tagen auf über 200 Tage in der oberen Waldstufe. Stationen am Alpenrand (z. B. Bad Kohlgrub: 106 Tage) wiesen deutlich geringere Schneedeckenhäufigkeiten auf als solche vergleichbarer Höhe im Süden des Transektes (z. B. Kaltenbrunn: 148 Tage). Die mittlere winterliche Schneehöhe wächst bis zu einer Höhengrenze von ca. 1200 m auf 30 cm an. In der nach oben folgenden hochmontanen und subalpinen Höhenstufe nehmen die Schneehöhen rascher zu, um im Bereich der Waldgrenze mittlere Werte um 150 cm zu erreichen.

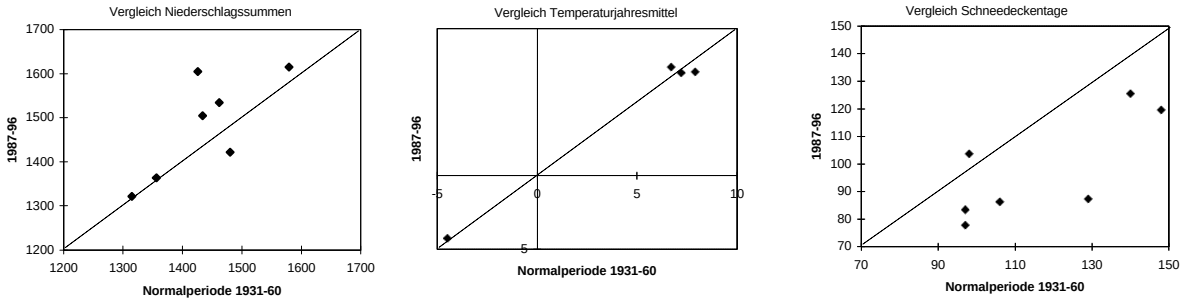


Abbildung 6: Vergleiche von meteorologischen Mittelwerten zwischen den Messperioden 1931-60 und 1987-96.

Für eine Reihe von Messstationen des Deutschen Wetterdienstes im Gebiet wurden Mittelwerte für die Messperiode von 1986-97 beschafft (Abb. 6). Der Vergleich mit der Normalperiode 1930-60 deutet an, dass die vergangene Dekade höhere Niederschlagssummen und markant geringere Schneedeckendauern aufwies als der von FLIRI (1975) betrachtete Zeitraum.

Tabelle 2: Ökologische Höhenstufen im Werdenfelser Land. Höhengrenzen im Mittel der Expositionen (schattseitig ca. 50 m niedriger, sonnseitig 50 m höher).

	Höhenstufe		Schlußgesellschaft	Besondere Merkmale Begleitgesellschaften	Temperatur (Mittel °C) Jahr	Januar	Juli	Vegetationszeit (Tage > 5°C/Jahr)	Niederschlag (mm/Jahr)
	Alpin		Alpine Rasen	Schuttfluren, Felsspalten	-3.4 - 1.6	-11.4 - -7.1	2.7 - 9.3	50-130	2100 - 1700
1950									
	Hoch-	Subalpin	Latschengebüsch/ Fichten-Zirbenwald	lückig, mit Rasen und Zwergstrauchheiden	1.6 - 3.1	-7.1 - -5.8	9.3 - 11.2	130-150	1800 - 1600
1650									
	Tief-	Subalpin	Fichtenwald	häufig Latschengebüsche	3.1 - 4.1	-5.8 - -5.0	11.2 - 12.4	150-160	1700 - 1600
1450									
	Hoch-	Montan	Fichten-Tannen-Buchenwald	Farn-, Hochstauden- oder Gras-reich (schneereich)	4.1 - 5.0	-5.0 - -4.2	12.4 - 13.7	160-175	1700 - 1500
1250									
		Montan	Buchen-Fichten-Tannenwald		5.0 - 6.9	-4.2 - -2.6	13.7 -16.1	175-200	1600 - 1400
850									
	Tief-	Montan	Buchen-Tannenwald	vereinzelt Linde, Spitzahorn, Eiche	6.9 - 7.9	-2.6 - -1.7	16.1 - 17.4	200-230	1500 -1300

Zusammenfassend lässt sich die klimatische Differenzierung in Anhalt an die Zusammenstellung bei EWALD (1997) durch ökologische Höhenstufen kennzeichnen (Tab. 2). Täler und Hangfußlagen bis 850 m zählen zur Stufe des tiefmontanen Bergmischwaldes, in dem von Natur aus Buche und Tanne gegenüber der Fichte vorherrschen. Vereinzelt findet man in dieser Zone Sommerlinde, Spitzahorn und Stieleiche, auf mineralischen Feuchtböden stocken Schwarzerlen-Eschenwälder. Zwischen 850 und 1250 m erstreckt sich die mittelmontane Stufe mit etwa gleichgewichtig gemischten Buchen-Tannen-Fichtenwäldern. Feuchtstandorte werden hier von Grauerlen- und Tannen-Fichtenwäldern besiedelt. Hochmontan folgen Bergmischwälder mit höherem Nadelbaumanteil und einer stärkeren Beteiligung des Bergahorns. Zur thermischen Ungunst treten hier verstärkt hohe Schneelagen. Oberhalb 1450 m, der klimatischen Obergrenze der Buchenverbreitung, herrscht von Natur aus die Fichte mit nur geringen Beimischungen von Tanne und Bergahorn. Von der hochsubalpinen Stufe oberhalb 1600 m mit ihren Fichten-Zirbenwäldern sind nur Reste erhalten geblieben (ALBRECHT *et al.* 1988), die aktuelle Vegetation wird beherrscht von Almrasen und Latschengebüschen. Das Gebiet umfasst somit die gesamte Spanne der Bergmischwaldklimate und weist außerdem bedeutende Vorkommen subalpiner Fichtenwälder auf, die vor allem im Wettersteingebirge bis an die natürliche Waldgrenze reichen.

3.4 Böden

3.4.1 Bodentypen im Überblick

CHRISTIAN KÖLLING

Der geologischen und klimatischen Vielfalt des Exkursionsgebiets entsprechend finden sich die unterschiedlichsten Bodentypen. Vier Besonderheiten sind, es die Böden der Nördlichen Kalkalpen auszeichnen:

- Aufgrund des Vorherrschens karbonatischer Ausgangsgesteine sind viele Böden bis in den Oberboden hinein karbonathaltig oder zumindest sehr hoch basengesättigt.
- Aufgrund der hohen Niederschläge sind schon bei Böden mit nur geringfügig verzögerter Sickerwasserbewegung (bindige Böden) bereits in hängiger Lage Hydromorphiemerkmale zu beobachten.
- Aufgrund des ausgeprägten Reliefs und starker Erosionsneigung sind junge, flachgründige und skelettreiche Böden häufig.
- Aufgrund des kühlfeuchten Klimas sind die Böden sehr humusreich.

Fels/Skelett-Humusböden, Kalk-Syroseme, Rendzinen und Terrae fuscae sind auf Kalken als Ausgangssubstrat vergesellschaftet.

Pelosole, Hanggleye und –pseudogleye finden sich auf Mergeln.

Auf den vereinzelt eingestreuten karbonatarmen oder –freien Ausgangssubstraten entwickeln sich Fels/Skelett-Humusböden, Syroseme, Ranker, Braunerden und Podsole.

Moore sind im eigentlichen Hochgebirge auf Verebnungen mit wasserstauendem Untergrund (Mergel, Tone) beschränkt. In der Umgebung von quelligen Wasseraustritten kommt es hingegen häufiger zur Bildung von Kalkflachmooren mit Mooren und Gleyen als Bodentypen.

3.4.2 Tangel - die wenig bekannte Humusform

ECKART KOLB

3.4.2.1 Kubiënas Definition

Vor **KUBIËNA** (1953) dürfte das, was wir heute als Tangelhumus bezeichnen, anderen Humusformen zugeordnet worden sein. Unter der Bezeichnung „Alpenhumus“ sind mächtige Auflagehumusformen wie Rohhumus, aber auch Tangelhumus im heutigen Sinne beschrieben worden. VON LEININGEN (1908) benutzte für mächtige Humusauflagen den Begriff „Alpenmoder“.

KUBIËNA beschreibt 1953 in seinem Buch „Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas“ ausführlich die Humusform Tangelhumus bezüglich Morphologie, Vorkommen, Genese und standörtlicher Bewertung.

Morphologie

Der A0-Horizont umfasst den Of- und den Oh-Horizont und erreicht Mächtig-

keiten zwischen 5 und 40 cm (Abb. 7). Er unterscheidet sich vom Rohhumus durch seine starke Belebtheit, den Reichtum an Kleintierlosung, das Fehlen von Humussolen und die Abwesenheit podsolierender Prozesse. Durch Einarbeitung von Gesteinssplittern und Erde zeigt sich im unteren Teil eine deutliche Tendenz zum A1-Horizont (dem heutigen Ah-Horizont) bzw. eine Zunahme der Zersetzung und Humifizierung. Die wühlende Tätigkeit der Bodenorganismen verhindert im ganzen Profil scharfe Horizontgrenzen. Der Charakter der dystrophen Tangelrendzina (aufgrund geringerer Abbauintensität größere Mächtigkeit) nähert sich dem des Rohhumus.

Verbreitung

Nach KUBIËNA findet man Tangelhumus in den Alpen nur auf Kalkgestein, in den spanischen Hochgebirgen (Sierra de Guadarrama und Sierra Nevada) auch auf Silikatgesteinen. Er entwickelt sich in lichten subalpinen Wäldern und der alpinen Zwergstrauchstufe. Für die montane Stufe erwähnt KUBIËNA lediglich das Vorkommen von Tangel in ericareichen Reliktföhrenwäldern der Ostalpen ab 800 m Meereshöhe. Voraussetzung sind „Humuspflanzen“, die rohfaserreiche Pflanzenreste anhäufen.

Genese

Die Genese wird von KUBIËNA nur für die Karbonat-Variante beschrieben: Der H-Horizont (Mullschicht nach KUBIËNA) ist vorgebildet und nicht aus der Streu der rohfaserrreichen Arten entstanden, die aktuell auf den Humuspolstern wachsen. Die Einarbeitung von Kalksplittern, Erde sowie die Durchmischung durch wühlende Bodentiere verhindert die Bildung von Rohhumus.

Standörtliche Beurteilung

KUBIËNA erwähnt explizit, dass es sich um eine für Wald- und Latschenvegetation „günstige“ Humusform handelt.

3.4.2.2 Jüngere Auffassungen

In den **BODENKUNDLICHEN KARTIERANLEITUNGEN** von 1965, 1971 und 1982 (1. bis 3. Auflage) werden die Bodentypen Tangel-Rendzina und Tangel-Terra fusca aufgelistet, ohne dass der Tangelhumus eingehend beschrieben wird. Sie sollen oberhalb von 1400 m in subalpinen Fichtenwäldern und Zwergstrauchbeständen vorkommen.

Die erste moderne Beschreibung des Tangelhumus der Kalkalpen erfolgt 1978 (3. Auflage) in der **FORSTLICHEN STANDORTAUFNAHME**. Demnach kann diese Humusform in allen Höhenlagen und Expositionen der Kalkalpen vorkommen. Der Tangelhumus guter Zersetzung hat seinen Schwerpunkt v. a. in der Bergmischwaldzone, eine Form schlechter Zersetzung v. a. in den Hochlagenfichtenwäldern und Latschenfeldern.

In der **BODENKUNDLICHEN KARTIERANLEITUNG** von 1994 (4. Auflage) wird auch der Tangelhumus als eine Humusform der Gebirgslagen beschrieben. Er wird definiert als im Kontaktbereich zum Karbonatgestein krümelig, locker, mit steigendem pH und engerem C/N-Verhältnis, wogegen die Eigenschaften der gesteinsfernen oberen Lagen mit denen von Hochmoortorf verglichen werden (Abb. 7). Nach die-

ser Quelle kann Tangel auch über Silikatgestein vorkommen.

Ausführlicher beschreibt die 5. Auflage der **FORSTLICHEN STANDORTAUFNAHME** (1996) den Tangelhumus als Sonder-Humusform der höheren Gebirgslagen. Spezifisch sei, abgesehen von der Mächtigkeit nur der Kontaktbereich zum Gestein, welcher sich durch seine krümelige Struktur, seine hohe Ca-Sättigung, hohen pH und ein enges C/N-Verhältnis auszeichne (Abb. 7). Der Übergangshorizont Ovh sei somit der diagnostische Horizont für die Humusform Tangel. Ansonsten existierten wenig Unterschiede zu anderen Humusformen. Mächtige (>100 cm) Auflagen hätten Eigenschaften wie Hochmoortorf. Vergleichbare Humusformen werden aus den höheren Mittelgebirgen beschrieben.

Als Ursache der Tangelbildung wird die geringer werdende Mineralisierungsrate mit steigender Meereshöhe angesehen. Die Mächtigkeit hänge vom geologischen Untergrund und von klimatischen Einflüssen ab. Zur Systematik der Humusformen in höheren mitteleuropäischen Gebirgslagen sei bisher wenig bekannt. Tangel wird ausdrücklich als Humusform definiert, die sowohl über Karbonat- wie auch über Silikatgesteinen vorkommt. Der typische Tangelhumus (10-30 cm) mit guter Zersetzung komme v.a. in der Bergmischwaldzone, der mächtige Tangelhumus (> 30 cm) mit schlechter Zersetzung im Fichten-Hochlagenwald und den Latschenfeldern vor. Der Hauptteil des Humusprofils werde hier durch die Of-Lage gebildet.

Eine weitere Neuerung, die auch schon in der BODENKUNDLICHEN KARTIERANLEITUNG 1994 erscheint, ist die Einführung einer neuen Bodenklasse der O/C-Böden. Es sind 2 Subtypen beschrieben der Felshumusboden und der Skeletthumusboden, deren weitere Gliederung über die Humusformen erfolgen. Böden mit der Humusform Tangel können hier zwanglos eingeordnet werden.

BOCHTER (1984), dessen, wissenschaftliche Vorarbeiten nur zum Teil Eingang in die Kartieranleitungen fanden, stellte die Bezeichnung „Tangel-“ als Präfix einem Humustyp voran, wenn die L- und O-Lagen (< 75% Skelett) 30 cm Mächtigkeit überschreiten.

3.4.2.3 Offene Fragen

Wie sollen geringmächtiger Auflagen mit den Merkmalen von Tangelhumus benannt werden?

Wie unterscheidet sich nach den genannten Definitionen Tangelhumus von anderen Humusauflagen? Ein Rendzinamoder auf Fels- oder Blockgestein kann die Definition eines Ovh-Horizontes erfüllen und könnte, da keine hierarchische Gliederung vorliegt, beiden Humustypen zugeordnet werden. Vergleichbare Probleme können mit Humusauflagen auf Silikatgestein auftreten.

Unter welchen Voraussetzungen entsteht Tangel?

Nach neueren Erkenntnissen findet man Tangel unter einer viel größeren Spanne klimatischer Bedingungen (subalpin bis tiefmontan) und unter recht unterschiedlichen Vegetationsformen (Latschengebüsche, Fichtenwälder, laubbaumreiche Bergmischwälder), die nicht immer von Arten mit schwer zersetzlichen Geweben dominiert sein müssen. Kann Tangelhumus auf verschiedenen Wegen entstehen? Können sich bestimmte abiotische Faktorenkombinationen (Kälte, Trockenheit, Fehlen von mineralischer Feinerde) gegenseitig ersetzen? Ist Tangelhumus unter Laubwald ein Relikt und wie lange kann er sich halten? Haben diese Überlegungen Konsequenzen für die Systematik?

3.4.2.4 Unsere derzeitige Definition von Tangelhumus (KOLB/BAIER)

„Als Tangelhumus werden Auflage-Humusformen auf anstehendem Fels oder Blockschutt bezeichnet, die eine Mindestmächtigkeit von 30 cm (<75% Skelett) besitzen. Dabei kann auch ein geringmächtiger Mineralbodenhorizont ausgebildet sein. Das Ausgangsmaterial in der subalpinen Stufe besteht zu wesentlichen Teilen aus schwer zersetzlichen Bestandesabfällen (wie wäre das dann mit Tangel unter Buche?). Im Gegensatz zu einer Vermoorung spielt Wassersättigung für die Humusakkumulation keine Rolle, da Tangelhumus gut dräniert.“

Genese

Tangelhumus entwickelt sich in der subalpinen Stufe aus Pechrendzinen bzw. Fels- oder Blockschutt-Moderrendzinen. Diese entstehen unter Polsterseggenrasen aus rasch umsetzbaren Pflanzenabfällen, worauf v.a. das günstige C/N-Verhältnis hindeutet. Eine Residualakkumulation von Stickstoff ist dagegen eher unwahrscheinlich. Diese Hypothese wird durch Pollenanalytische Befunde aus diesen Profilen bestätigt. In den untersten cm finden sich kaum Pinus-Pollen (WEBER 1999, frdl. mündl. Mittlg.).

Erst mit dem Aufwachsen des Humus verbessern sich die Besiedlungsmöglichkeit für Fichten, Latschen und Zwergsträucher. Die ausgeglichenere Wasser und Nährstoffversorgung dürfte hierbei eine wichtige Rolle spielen. Die erwähnten Arten haben schlecht zersetzliche Streu, was eine Erweiterung des C/N-Verhältnis zur Folge hat. Die Zunahme der Mächtigkeit erschwert zunehmend die biologische Durchmischung und die Basenpumpwirkung der Vegetation. Dies äußert sich in einer Abnahme des pH zum Oberboden. Der Humusumsatz im Ovh-Horizont entkoppelt sich vom darüberliegenden Horizont.

Einwehungen von humus- und stickstoffreichem Flugstaub (ZÖTTL 1965) dürften eine bedeutende Rolle für die Humus- und Stickstoffakkumulation spielen, wie dies vermutlich für viele initiale Bodenbildungen (Schutt- und Blockhalden, Moränenvorfelder) des Hochgebirges der Fall ist.

Anreicherung durch C/N-reiche Humussole, wie von BOCHTER (1984) vermutet ist eher unwahrscheinlich, da das Sickerwasser nicht N-reich ist, was

eher auf stickstoffgesättigten Standorten zu erwarten ist.

Das Entstehen von Tangelhumus nur in der oberen montanen und subalpinen Stufe wird durch schlecht zersetzbaren Streu der Zwergsträucher und an durch ungünstiger werdende Zersetzungsbedingungen v.a. aufgrund abnehmender Jahres- und Sommer-Temperaturen gefördert.

Diese Hypothese beschreibt nur die Entwicklung von Tangelhumus auf Karbonatgesteinen in der subalpinen Stufe. In der montanen Stufe ist eine vergleichbare Entwicklung vorstellbar. Dort können Kalkmagerrasenarten auf Felsen und Blöcken die Rolle der Polsterseggenrasen übernehmen (E-WALD, frdl. mündl. Mittlg.).

Im Gegensatz zu Rohhumus können sogar Edellaubarten, wie z.B. der Bergahorn, auf Tangelhums wachsen, was ihn qualitativ von einem Rohhumus unterscheidet. Er ist also nicht eine extreme Variante des Rohhumus sondern sollte als eigener Humustyp neben den schon bestehenden Humustypen stehen.

Tangelhumus - Eine kurze Übersicht

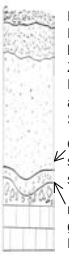
Quelle / Angaben	Vor Kubiëna	Kubiëna 1953	Bodenkundliche Kartieranleitung	Forstliche Standortsaufnahme	Bochter	Kolb/Baier
Name:	Alpenhumus, Alpenmoder	Tangelhumus, Tangelrendzina	Tangel-Rendzina, -Terra fusca, O/C-Boden	Tangelhumus, O/C-Boden	„Tangel-“ als Präfix zu Humustypen	Tangelhumus
Verbreitung:		Alpen auf Kalk, in Spanien auf Silikat, (montan in Relikt-Kie-Wälder) subalp. - alpin	Subalp. Fi- u.Zwergstrauchbest. Ab 1994: Gebirgslagen, Silikatgest.	Alle Höhenlagen der Kalkalp. Ab 1996: Gebirgslagen, Mittelgeb., Bergmischwälder, auf Silikat	exemplarisch für Berchtesgadener Alpen	Nördl. u. Südl. Kalkalpen, auf Silikat, hochmontan - subalpin
Morphologie: (auf Kalkgest.)						
Genese / begünstigende Faktoren		Auf Kalkgestein: aus günstiger Humusform entstanden, d.h. vorgebildet u. nicht aus der Streu der aktuellen Vegetation; später „Humuspflanzen“ wichtig	Schlecht zersetzliche Streu	Abnehmende Mineralisation mit zunehmender Höhe; Klima u. Geologie bedeutend	Wie Kartieranltg.;aber erstmals Hinweis auf die Bedeutung eines fehlenden Mineralb.	Auf Kalk (subalpin): Sukzession; Ovh stammt aus einem Polsterseggenstadium. Oh dann aus Fi-/ La-Streu; bedeutend: Streu schwer zersetzb., Klima ungünstig, nur geringmächtiger Mineralb.; hochmontan: Entstehung evtl. über Kalkmagerrasenstadium

Abb. 7: Übersicht über die Definitionen von Tangelhumus (erstellt von R.BAIER, TUM)

3.5 Waldgesellschaften

JÖRG EWALD

Nach der Karte der regionalen natürlichen Waldzusammensetzung Bayerns (WALENTOWSKI et al. 2001) weist der nördliche Teil des Exkursionsgebiets (WB 15.5) Fichten-Buchen-Tannenwälder auf, die in der subalpinen Stufe von Latschengebüschen und Fichtenwäldern abgelöst werden. Im südlichen Teil (WB 15.8) sind in der hochsubalpinen Stufe zusätzlich noch Zirben-Lärchenwälder verbreitet. In den Talzügen finden sich bevorzugt in Südexposition und an Föhn-Prallhängen lokal Schneeheide-Kiefernwälder (rote Dreiecke in der Karte).

Die verbreiteten pflanzensoziologischen Einheiten des Bergwaldes gehen aus der nachfolgenden Übersicht hervor. Bei dem Standortskartierungsverfahren im Bayerischen Hochgebirge nach EWALD (1999) werden die pflanzensoziologischen Einheiten Standortseinheiten zugeordnet, deren Bezeichnung aus den dominierenden Baumarten und Standortsangaben (Substrat und Wasserhaushalt) zusammengesetzt sind.

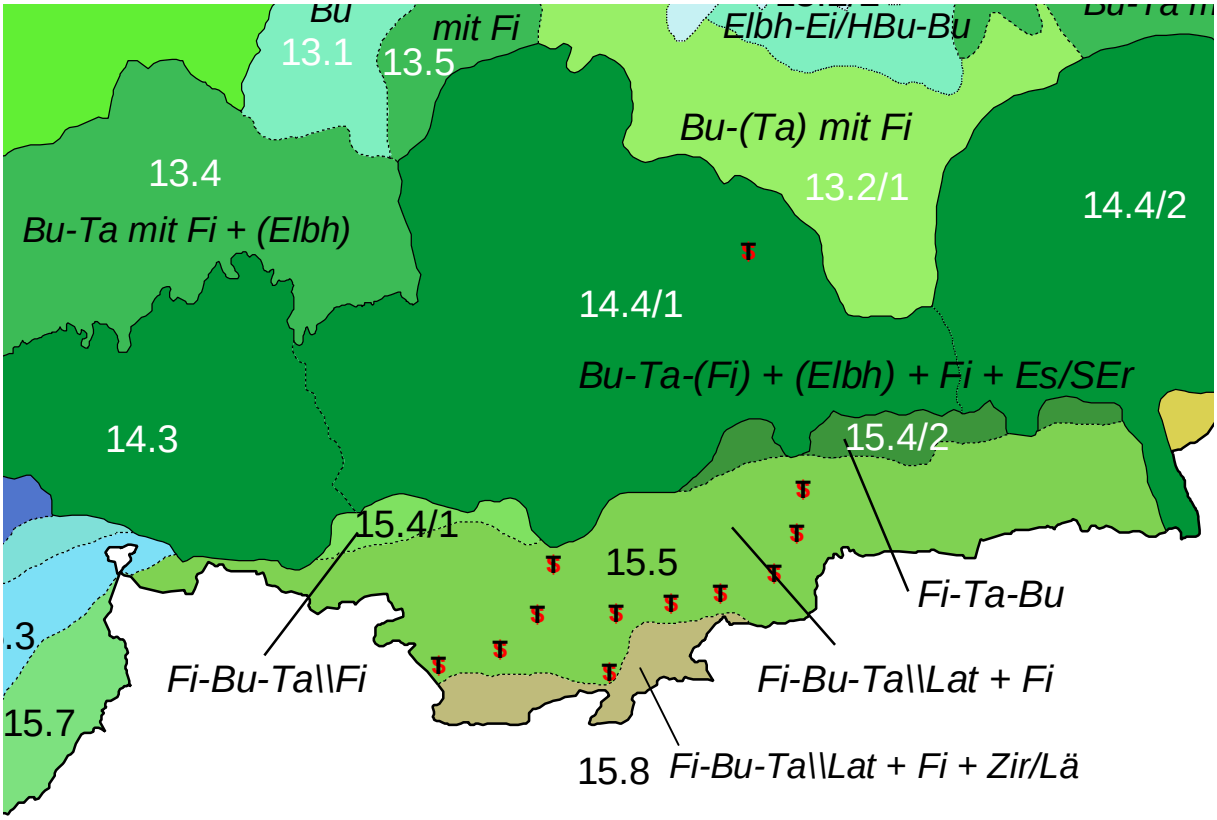


Abb. 8: Regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns (WALENTOWSKI et al. 2001)

Tabelle 3: Standortseinheiten und pflanzensoziologische Einheiten in den Bayerischen Alpen (Erläuterung s. folgende Abb. 9)

Substrat	Waldgesellschaft	Wasserhaushalt	Standortseinheit (Volltext)	Pflanzensoziologische Einheit (pnV)
k	**B**	**2**	Mäßig trockener Karbonat-Bergmischwald	*Aposerido-Fagetum caricetosum albae*
k	**B**	**3**	Mäßig frischer Karbonat-Bergmischwald	*Aposerido-Fagetum typicum*
k	**b**	**3**	Mäßig frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald	*Aposerido-Fagetum caricetosum ferrugineae*
k	**b**	**4**	Frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald	*Aposerido-Fagetum adenostyletosum alliariae*
s	**B**	**5**	Sehr frischer Silikat-Mull-Bergmischwald	*Galio-Fagetum ranunculetosum lanuginosi*
s	**B**	**4**	Frischer Silikat-Mull-Bergmischwald	*Galio-Fagetum polytrichetosum (und typicum)*
s	**b**	**5**	Frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald	*Galio-Fagetum adenostyletosum alliariae*
S	**B**	**4**	Frischer Silikat-Moder-Bergmischwald	*Luzulo-Fagetum oxalidetosum*
S	**b**	**5**	Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald	*Luzulo-Fagetum adenostyletosum alliariae*
k	**F**	**2**	Mäßig trockener subalpiner Karbonat-Fichtenwald	*Adenostylo glabrae-Piceetum seslerietosum*
k	**F**	**3**	Mäßig frischer subalpiner Karbonat-Fichtenwald	*Adenostylo glabrae-Piceetum caricetosum ferrugineae*
T	**F**	**3**	Subalpiner Block-Fichtenwald	*Adenostylo glabrae-Piceetum lycopodietosum*
S	**F**	**5**	Frischer subalpiner Silikat-Fichtenwald	*Homogyno-Piceetum typicum*
s	**F**	**5**	Hangfeuchter subalpiner Silikat-Fichtenwald	*Homogyno-Piceetum adenostyletosum alliariae*
S	**F**	**8**	Nährstoffarmer subalpiner Silikat-Fichtenwald	*Homogyno-Piceetum sphagnetosum*
k	**Z**	**3**	Subalpiner Karbonat-Zirbenwald	*Vaccinio-Pinetum cembrae mit Rhododendron hirsutum*
s	**T**	**8**	Feuchter nährstoffreicher Fichten-Tannenwald	*Galio rotundifolii-Abietetum equisetetosum sylvatici*
S	**T**	**8**	Feuchter nährstoffarmer Fichten-Tannenwald	*Luzulo-Abietetum athyrietosum*
M	**e**	**9**	Nasser Erlen-Fichtenwald	*Carici remotae-Alnetum incanae*
s	**E**	**8**	Feuchter Erlen-Eschenwald	*Carici remotae-Fraxinetum*
M	**F**	**9**	Moorrand-Fichtenwald	*Bazzanio-Piceetum sphagnetosum magellanici*
M	**k**	**9**	Hochmoor-Latschengebüsch	*Pino mughi-Sphagnetum magellanici*
k	**K**	**1**	Trocken-Kiefernwald	*Calamagrostio variae-Pinetum*
k	**B**	**1**	Felshang-Bergmischwald	*Seslerio-Fagetum*
s	**B**	**3**	Mergelsteilhang-Bergmischwald	*Aposerido-Fagetum, Aster bellidiastrum-Ausb.*
T	**f**	**2**	Felsgrat-Nadelmischwald	*Adenostylo glabrae-Abietetum vaccinietosum*
T	**f**	**3**	Block-Fichtenwald	*Asplenio vididis-Piceetum*
T	**f**	**4**	Schuttkegel-Nadelmischwald	*Adenostylo glabrae-Abietetum vaccinietosum*
s	**f**	**4**	Kaltluftbeeinflußter nährstoffreicher Silikat-Nadelmischwald	*Galio rotundifolii-Abietetum vaccinietosum*
S	**f**	**4**	Kaltluftbeeinflußter nährstoffarmer Silikat-Nadelmischwald	*Luzulo-Abietetum athyrietosum*
s	**A**	**4**	Mischwald steiler Einhänge und Schluchten	*Ulmo-Aceretum aruncetosum*
k	**A**	**5**	Hangfuß-Edellaubwald	*Ulmo-Aceretum lysimachietosum*
K	**A**	**3**	Blockschutt-Edellaubwald	*Ulmo-Aceretum phyllitidetosum*
A	**A**	**4**	Frischer Edellaubmischwald auf Terrassenschotter	*Adoxo-Aceretum caricetosum albae*
A	**f**	**2**	Mäßig trockener Nadelmischwald auf Terrassenschotter	*Carex alba-Picea abies-Ges., Erica herbacea-Ausb.*
A	**e**	**4**	Frischer Grauerlenwald der feinerdereichen Aue	*Alnetum incanae*
A	**W**	**2**	Mäßig trockenes Weidengebüsch der Schotteraue	*Salicetum eleagni*
L	**p**	**6**	Sukzession auf Murschuttkegel	*Petasition paradoxi*
L	**p**	**2**	Sukzession auf Lockersediment	*Laserpitio-Calamagrostietum/Caricetum davallianae*

k	**k**	**2**	Trockenes Latschengebüsch	*Rhododendro hirsuti-Pinetum mughi ericetosum*
k	**k**	**3**	Frisches Latschengebüsch	*Rhododendro hirsuti-Pinetum mughi sphagnetosum*
s	**p**	**5**	Grünerlengebüsch	*Alnetum viridis*
k	**p**	**1**	Trockener Karbonat-Lahner	*Laserpitio latifolii-Seslerietum*
k	**p**	**3**	Frischer Karbonat-Lahner	*Laserpitio latifolii-Calamagrostietum variae*
s	**p**	**4**	Frischer Silikat-Lahner	*Vicia sylvatica-Dactylis glomerata-Ges.*
F	**p**	**1**	Fels	*Potentilletalia caulescentis*
G	**p**	**1**	Geröll	*Thlaspietalia rodtundifolii*

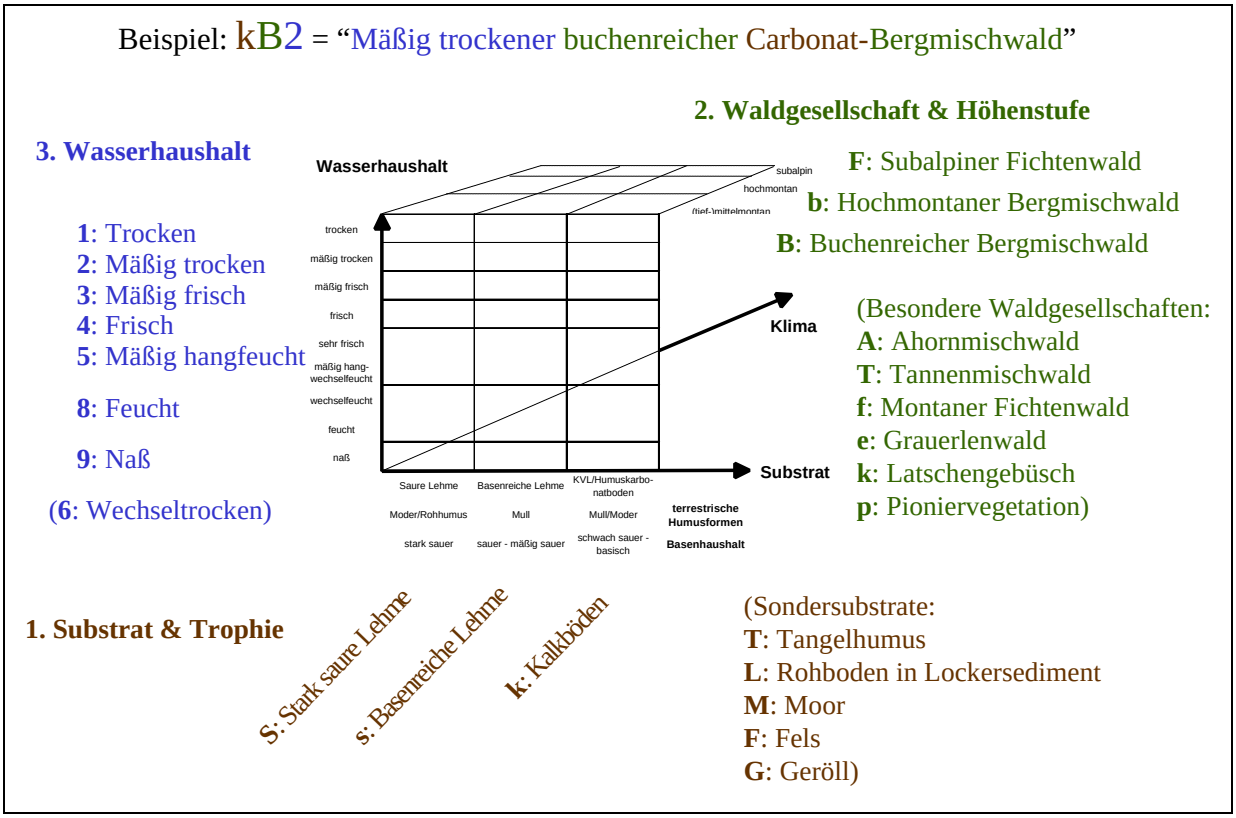


Abb. 9: Schema für die Standortskartierung im Alpenraum

Tabelle 4: Systematische Zuordnung der pnV-Einheiten

K Thlaspietea rotundifolii
- **O Thlaspietalia rotundifolii**
  - **V Petasition paradoxi**
  - **V Thlaspion rotundifolii**

K Asplenietea
- **O Potentilletalia caulescentis**

K Oxycocco-Sphagnetea
- **O Sphagnetalia magellanici**
  - **V Sphagnion magellanici**
    - A Pino mughi-Sphagnetum magellanici

K Scheuchzerio-Caricetea fuscae
- **O Tofieldietalia**
  - **V Caricion davallianae**

K Seslerietea
- **O Seslerietalia**
  - **V Seslerion**
    - A Laserpitio latifolii-Seslerietum
    - A Caricetum firmae
    - A Seslerio-Caricetum sempervirentis
  - **V Caricion ferrugineae**
    - A Laserpitio latifolii-Calamagrostietum variae
    - G Vicia sylvatica-Dactylis glomerata-Gesellschaft

K Betulo-Adenostyletea
- **O Adenostyletalia**
  - **V Adenostylion**
    - A Alnetum viridis
  - **V Salicion waldsteinianae**

K Salicetea purpureae
- **O Salicetalia purpureae**
  - **V Salicion elagni**
    - A Salicetum eleagni

K Erico-Pinetea
- **O Erico-Pinetalia**
  - **V Erico-Pinion**
    - A Calamagrostio variae-Pinetum sylvestris

K Vaccinio-Piceetea
- **O Piceetalia**
- **V Piceion**
  - **UV Vaccinio-Abietenion**
    - A Luzulo-Abietetum
  - **UV Eu-Piceenion**
    - A Bazzanio-Piceetum
    - A Homogyno-Piceetum
    - A Adenostylo glabrae-Piceetum
  - **UV Rhododendro-Vaccinenion**
    - A Vaccinio-Pinetum cembrae
    - A Rhododendro hirsuti-Pinetum mughi

K Querco-Fagetea
- **O Quercetalia robori-petraeae**
  - **V Luzulo-Fagion**
  - A Luzulo-Fagetum
- **O Fagetalia**
  - **V Alno-Ulmion**
    - A Carici remotae-Fraxinetum
    - A Carici remotae-Alnetum incanae

V Tilio-Acerion
A Ulmo-Aceretum
A Adoxo-Aceretum
V Fagion
UV Eu-Fagenion
A Galio odorati-Fagetum
UV Daphno-Fagenion
A Aposerido-Fagetum
UV Galio rotundifolii-Abietenion
A Galio rotundifolii-Abietetum
A Adenostylo glabrae-Abietetum
UV Cephalanthero-Fagenion
A Seslerio-Fagetum

3.6 Waldgeschichte

JÖRG EWALD

Nach Gletscherrückzug erfolgte die Wiederbewaldung des Alpenrandes über zeitlich gestaffelte Regionalwaldgesellschaften (Abb. 10). Eine waldgeschichtliche Besonderheit des Werdenfelser Landes stellen nach WEBER U. KÜSTER (1998) die über das gesamte Postglazial anhaltenden Pollenanteile der Kiefer (*Pinus silvestris* und *Pinus mugo* agg.), sowie die relative späte Massenausbreitung von Tanne und Buche dar.

Prähistorische Funde belegen erste menschliche Spuren aus der Jungsteinzeit (2200 bis 1700 v. Chr., BAYER. LANDESZENTR. F. POLIT. BILDUNG 1980). Für die Hallstattzeit (7. bis 6. Jahrhundert v. Chr.) wird eine Besiedlung durch Angehörige der indogermanischen Sprachgruppe, in der La-Tène-Zeit (5. bis 3. Jh.) durch Kelten angenommen. 15 v. Chr., unter dem Kaiser Augustus, wurde das Gebiet dem römischen Imperium einverleibt. Durch das Gebiet verliefen wichtige, Augsburg mit dem Brenner verbindende Römerstraßen mit den Wegstationen Parthanum (Partenkirchen) und Coveliacae (Oberammergau). Mit dem Ende der römischen Herrschaft im Jahre 350 wanderten Alemannen und Bajuvaren ein. 763 wird bei Klais ein Kloster gegründet, 802 Garmisch zum ersten Mal als „Germareskaue“ erwähnt (HAUKE 1988). Das erste Kloster des Ammergaus wurde im 9. Jahrhundert von den welfischen Landesherren gegründet, auf die auch die Burg Werdenfels bei Burgrain zurückgeführt wird. Der südliche Gebietsteil wurde 1249 vom Hochstift Freising erworben und bildete bis zur Säkularisation von 1802 die Grafschaft Werdenfels. Der Wald dieses Teilgebietes ist bis heute überwiegend im Besitz des bayerischen Staates. Die Wittelsbacher erwarben den Ammergau, wo 1330 Ludwig der Bayer das Benediktinerkloster Ettal gründete, dessen Grundeigentum 1803 zunächst ebenfalls überwiegend Staatsbesitz wurde. Nach zahlreichen, bis in die jüngste Zeit reichenden Umorganisationen gehören die untersuchten Wälder heute zu den Forstämtern Garmisch-Partenkirchen und Oberammergau.

Erste historische Quellen über die Nutzung der Wälder sind der Freibrief Ludwig des Bayern, in dem er den Ammergauer Untertanen Nutzungsrechte in den Ettaler Klosterwäldern garantiert, sowie die vom Bischof von Freising erlassenen Waldordnungen aus der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts (HAUKE 1988). In diesen wird eine allgemeine Übernutzung aller zugänglichen Wälder beklagt, die teils aus der Bedarfsdeckung durch die Untertanen, teils aus zunehmenden Holzexporten über die Loisachtrift in die Städte des Alpenvorlandes resultierte.

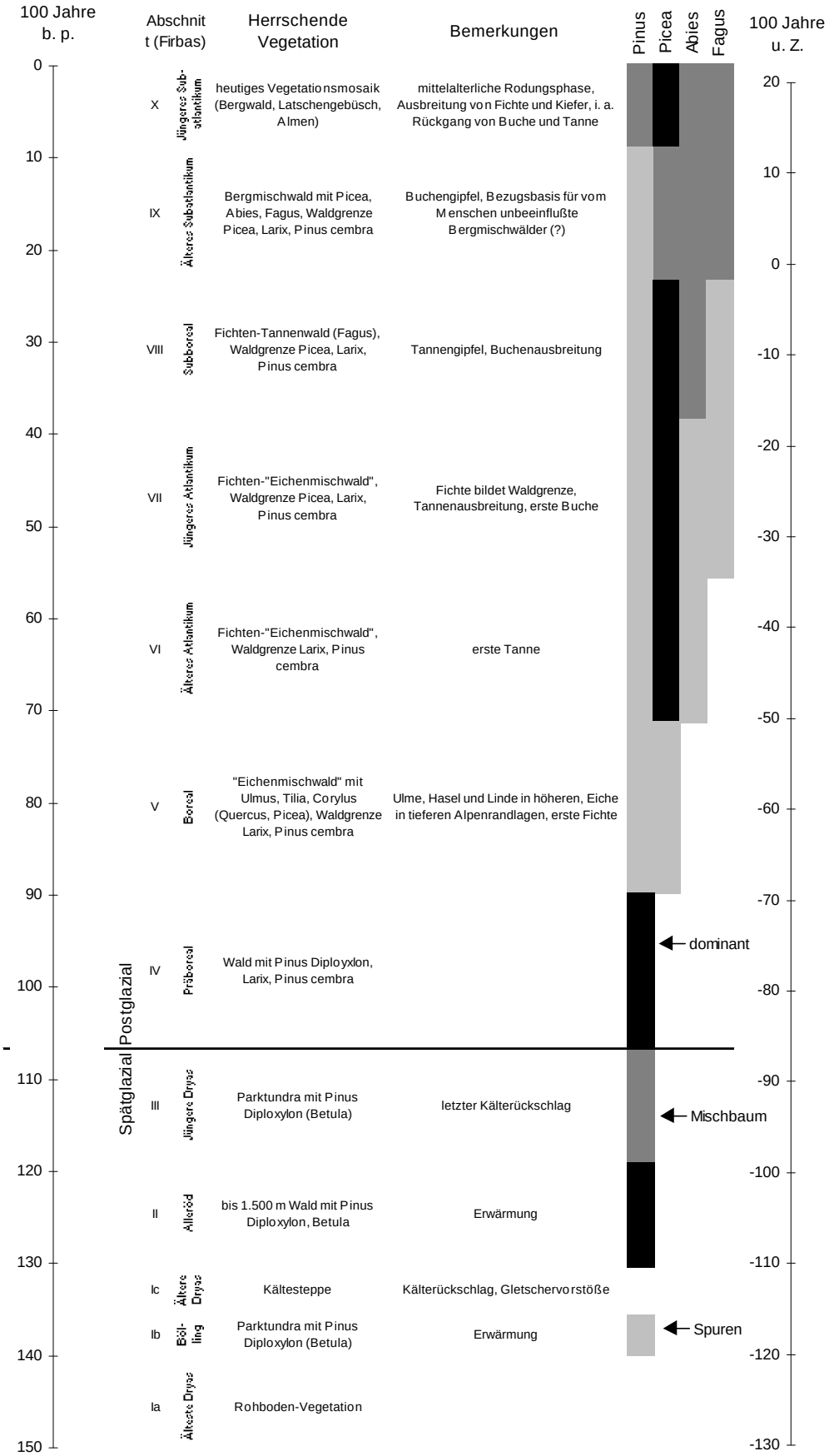


Abbildung 10: Schema der postglazialen Waldgeschichte in den Bayerischen Alpen (aus EWALD 1997).

Das Bistum war durch die Ausweisung von „Bannwäldern“ (vor allem im Gebiet um Farchant) bemüht, die Nachhaltigkeit der eigenen Holzversorgung zu sichern. Dagegen blieben die „gemeinen Waldungen“ zunächst der allgemeinen Nutzung offen. Sog. „Bremställe“ wurden als Viehunterstand und eiserne Holzreserve im Umfeld von Almen geschützt. Es folgen Bestimmungen, die das individuelle Nutzungsrecht auf die „Hausnotdurft“ und eine feste Zahl von Floßstämmen (Verkaufsholz) begrenzen. Für die Einhaltung der Regeln sollten Waldmeister und Pfleger sorgen. Neben der Holznutzung war die Waldweide mit Rindern, Pferden, Schafen und Ziegen im Werdenfelser Land seit je eine Selbstverständlichkeit und lebt in vielfach noch ausgeübten Rechten bis heute fort.

Der Staat übernahm mit der Säkularisation Wälder, die durch die geschilderte jahrhundertelange Vielfachnutzung ausgeplündert und überdies mit den angestammten Rechten der Bauern belastet waren. Im nördlichen Gebiet zwischen Ettaler Manndl und Hörnle wurden diese Rechte mit Privatwaldbesitz weitgehend abgegolten, im Forstamt Garmisch-Partenkirchen bestehen sie zum Teil bis heute, obschon sie nicht mehr im früheren Umfang ausgeübt werden.

Eine wesentliche Zäsur für die Entwicklung des Waldes war die Entdeckung der Alpen als Jagdgebiet und die Einrichtung von Hofjagdrevieren, in denen vor allem das Rotwild systematisch gehegt wurde (Winterfütterung, strenge Verfolgung von Wilderern, Trophäenjagd). MEISTER (1969) schätzt, dass dies eine Verzehnfachung der Bestandesdichten zur Folge hatte, die eine freie Verjüngung von verbissempfindlichen Baumarten wie Tanne und Eibe weitgehend ausschließt. Die Schalenwilddichten spiegeln sich deutlich im Verhältnis zwischen Bestandesalter und -mischung wider: So sind in der montanen Stufe viele alte Bestände (vor 1850 begründet) reich an Mischbaumarten, während in den jüngeren Altersklassen fast ausschließlich reine Fichten- und Fichten-Buchenbestände heranwuchsen.

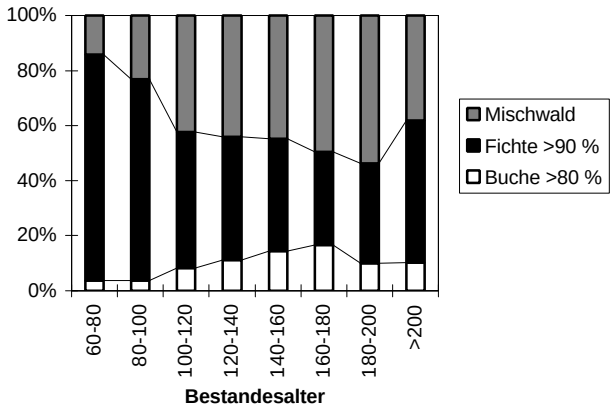


Abbildung 11: Altersabhängige Häufigkeit von Bestandestypen in einem 35x10 km großen Streifen vom Alpenrand bis zum Wetterstein-Hauptkamm (1218 Bestände älter 60 Jahre). Aus: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2000)

Diese Entmischungstendenz wird auch in der altersbezogenen Häufigkeit von Bestandestypen in unserem Forschungstransekt deutlich (Abb. 11). Während in der Altersklasse 60 bis 80 Jahre reine Fichtenbestände weitaus vorherrschen, sinkt deren Anteil zugunsten von Misch- und Laubbaumbeständen bis in zu einem Bestandesalter von 200 Jahren kontinuierlich ab.

3.7 Literatur

ALBRECHT, L., GEISER, R., MICHIELS, H.-G., NEUERBURG, W. U. RAUH, J., 1988: Das Naturwaldreservat "Wettersteinwald" - ein Beispiel für die landeskulturelle und wissenschaftliche Bedeutung von Naturwaldreservaten. Jb. Ver. Schutz d. Bergwelt **53**, 87-105.

BAIER, R. 1998: Böden aus Raibler Schichten in den Nördlichen Kalkalpen - Entstehung, Eigenschaften und Einfluß einer Klimaerwärmung auf die potentielle Standortsqualität für Fichte (Picea abies [L.] Karst.) und Buche (Fagus sylvatica L.). Diplomarbeit am Lehrstuhl für Bodenkunde und Standortslehre der LMU München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, 1996: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000. München, 329 S.

BAYER. LANDESZENTRALE FÜR POLIT. BILDUNGSARBEIT U. LANDKREIS GARMISCH-PARTENKIRCHEN, 1980: Unser Landkreis Garmisch-Partenkirchen. München, 156 S.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1989a: Karte der Hanglabilitätsformen und -stufen im Forstamt Murnau. München.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1989b: Karte der Hanglabilitätsformen und -stufen im Forstamt Oberammergau. München.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1989c: Karte der Hanglabilitätsformen und -stufen im Forstamt Garmisch-Partenkirchen. München.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 2000: Monitoring vonSchäden in Waldökosystemen des bayerischen Alpenraums. (Bearbeiter: EWALD, J., REUTHER, M., NECHWATAL, J., LANG, K.) Umwelt & Entwicklung in Bayern Materialien 155, 235 S.

BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND, 1996: Klimaatlas von Bayern. München, 48 S. + Karten.

BODENKUNDLICHE KARTIERANLEITUNG, 1996: mit 91 Tabellen / Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter und der Bundesanst. für Geowiss. und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg. von der Bundesanst. für Geowissenschaften und Rohstoffe Fachl. Red.: Herwig Finnern- 4., verb. und erw. Aufl., berichtigter Nachdr. Stuttgart : Schweizerbart,. - 392 S. : graph. Darst., Kt.

BOCHTER, R., 1984: Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten: Beiträge zu Genese, Ökologie und Systematik / Reinhard Bochter. - Berchtesgaden,. - 212 S. : Ill. (Nationalpark <Berchtesgaden>: Forschungsberichte ; 6) zugl.: Bayreuth, Univ., Diss., 1983.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, 1993: Geologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1:1 000 000. Hannover.

EWALD, J., 1997: Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen - Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. Diss. bot. **290**, Berlin, 234 S.

EWALD, J., 1999: Die standortsökologisch fundierte Pflanzensoziologie als Erkenntnisquelle für den naturnahen Waldbau - das Beispiel der Standortsgliederung für das bayerische Hochgebirge. Freiburger Forstliche Forschung Berichte **16**, 27-38.

FLIRI, F., 1975: Das Klima der Alpen im Raume Tirols. Monograph. z. Landeskde. Tirols **1**, Innsbruck, 454 S.

FOERST, K. U. KREUTZER, K., 1977: Regionale natürliche Waldzusammensetzung und Forstliche Wuchsgebietesgliederung Bayerns. München. Berabeitung durch GULDER 1999.

FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME 1996: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen / bearb. u. zsgest. vom "Arbeitskreis Standortskartierung" in der "Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung". - 5. Aufl.Eching bei München : IHW-Verl., - 352 S. : Ill., graph. Darst.

FREYER, K., 1988: Standortserkundung Nationalpark Berchtesgaden. Bayerische Oberforstdirektion München, München, 237 S.

GAMS, H., 1931: Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen 1. Teil. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde 1931, 321-346.

GAMS, H., 1932: Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen 2. und 3. Teil. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde 1932, 52-68 und 178-198.

HAUKE, W., 1988: Die Geschichte des Schnitzhandwerks und der Waldnutzung in Oberammergau und im Werdenfelser Land im Vergleich mit anderen Schnitzlandschaften. Forstl. Forschungsber. München **93**, 214 S. + Anhang.

HÖLZEL, N., 1996: Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. Laufener Forschungsberichte **3**, Laufen, 192 S.

KUBIËNA, W. L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas : ill. Hilfsbuch zur leichten Diagnose u. Einordnung d. wichtigsten europ. Bodenbildungen unter Berücks. ihrer gebräuchlichsten Synonyme / von W. L. Kubiëna. - 1. Ausg. Stuttgart : Enke,. - 392 S. : Ill.

KUHNERT, C., 1963: Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt 8432 Oberammergau. München, 128 S.

MEISTER, G., 1969: Ziele und Ergebnisse forstlicher Planung im oberbayerischen Hochgebirge. Forstw. Cbl. **88**, 65-132.

PACHE, G., AIME, S. U. MICHALET, R., 1996: A simple model for the study of the altitudinal rainfall gradient, applied in the Tyrolian orographic complex. Rev. Ecol. Alp. **3**, 13-20.

REHDER, H., 1965: Die Klimatypen der Alpenkarte im Klimadiagramm-Weltatlas (Walter und Lieth) und ihre Beziehungen zur Vegetation. Flora Abt. B **156**, 78-93.

VAN HUSEN, D., 1987: Die Ostalpen in den Eiszeiten. Wien, 24 S.

WALENTOWSKI, H., GULDER, H.-J., KÖLLING, C., EWALD, J., TÜRK, W. 2001: Regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. LWF Freising (im Druck)

WALTER, H. U. LIETH, H., 1963: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.

WEBER, K. U. KÜSTER, H., 1998: Klima- und Vegetationsgeschichte im Werdenfelser Land. Abschlußber. des Bayer. Klimaforschungsprogramms, München, 34 S.

ZÖTTL, H. 1965 a: Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe; I. Profimorphologie. Z.Pflanzenernähr.,Düngg.,Bodenk.,-Bd.110, S.109-114.

ZÖTTL, H. 1965 b: Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe; II.Chemisch-biologische Dynamik. Z.Pflanzenernähr.,-Düngg.,Bodenk.,Bd.110,S.115-127.

4 Exkursionen 1, 2 und 3

Vorbemerkung: Die Vielfalt und Heterogenität der Standortsbedingungen im Alpenraum erschweren die Beschaffung von zuverlässigen Bestandsdaten für den jeweiligen Exkursionspunkt. Auf den Abdruck von Revierbuchdaten wird daher verzichtet, zumal in naturnahen Beständen die Bestandessituation ebenfalls sehr kleinräumig wechselt.

4.1 Exkursion 1: Montane Waldgesellschaften im Ammergebirge

JÖRG EWALD, CHRISTIAN KÖLLING

4.1.1 Allgemeines zum Exkursionsgebiet

4.1.1.1 Lage (Forstamt Oberammergau, WB 15.5 Mittlere Bayerische Kalkalpen

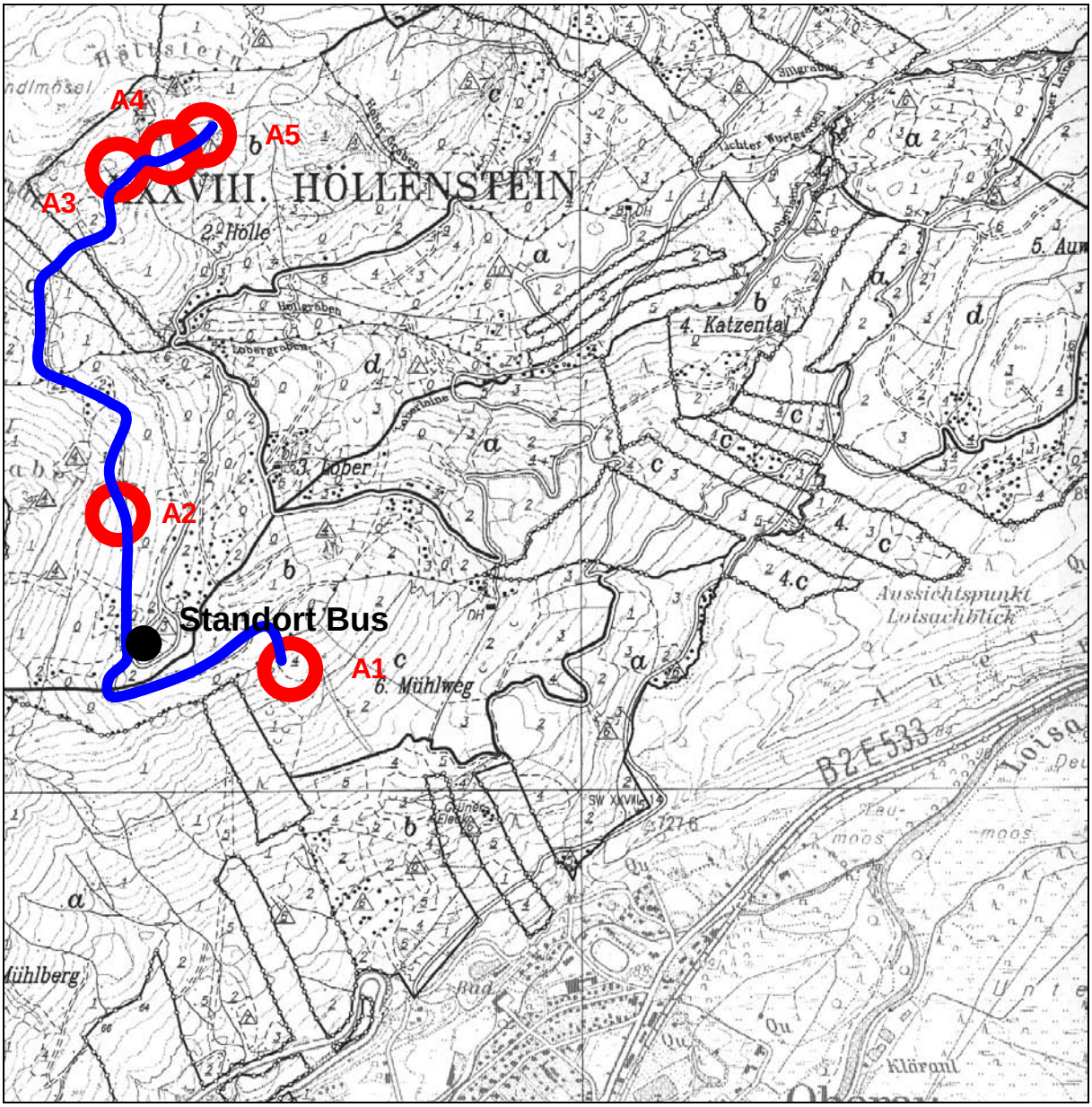


Abb. 12: Übersicht über das Exkursionsgebiet. Kartengrundlage Forstbetriebskarte 1:10 000

4.1.1.2 Geologie

Das Exkursionsgebiet liegt im Bereich der kalkalpinen Randzone (Lechtaldecke). Die ausgeprägte Muldenstruktur lässt sich auf Abbildung 14 (folgende Seite) erkennen. Das Schichtenpaket aus Trias, Jura und Kreide ist im Exkursionsgebiet intensiv zu einer Muldenstruktur verfaltet. So werden auf der ersten Hälfte der Exkursionsroute nacheinander die Sedimente der Trias (Hauptdolomit und Plattenkalk, Kössener Schichten), des Jura (Lias-Mergel, Lias-Kieselkalk) und der Kreide (Cenoman) durchlaufen. In der zweiten Hälfte der Route kehrt sich diese Reihenfolge um, die Kössener Schichten stehen allerdings im nördlichen Teil der Mulde nicht mehr an. Die Exkursion endet unterhalb des Höllstein in einem Bergsturz aus Oberrätkalken, die wegen ihrer großen Härte überall im gesamten bayerischen Alpenraum markante und bizarre Gipfel und Felsformationen ausbilden (hier Ettaler Manndl und Höllstein). Jenseits des Höllstein, aber nicht mehr von der Exkursion errreicht, schließt sich wieder der Hauptdolomit an.

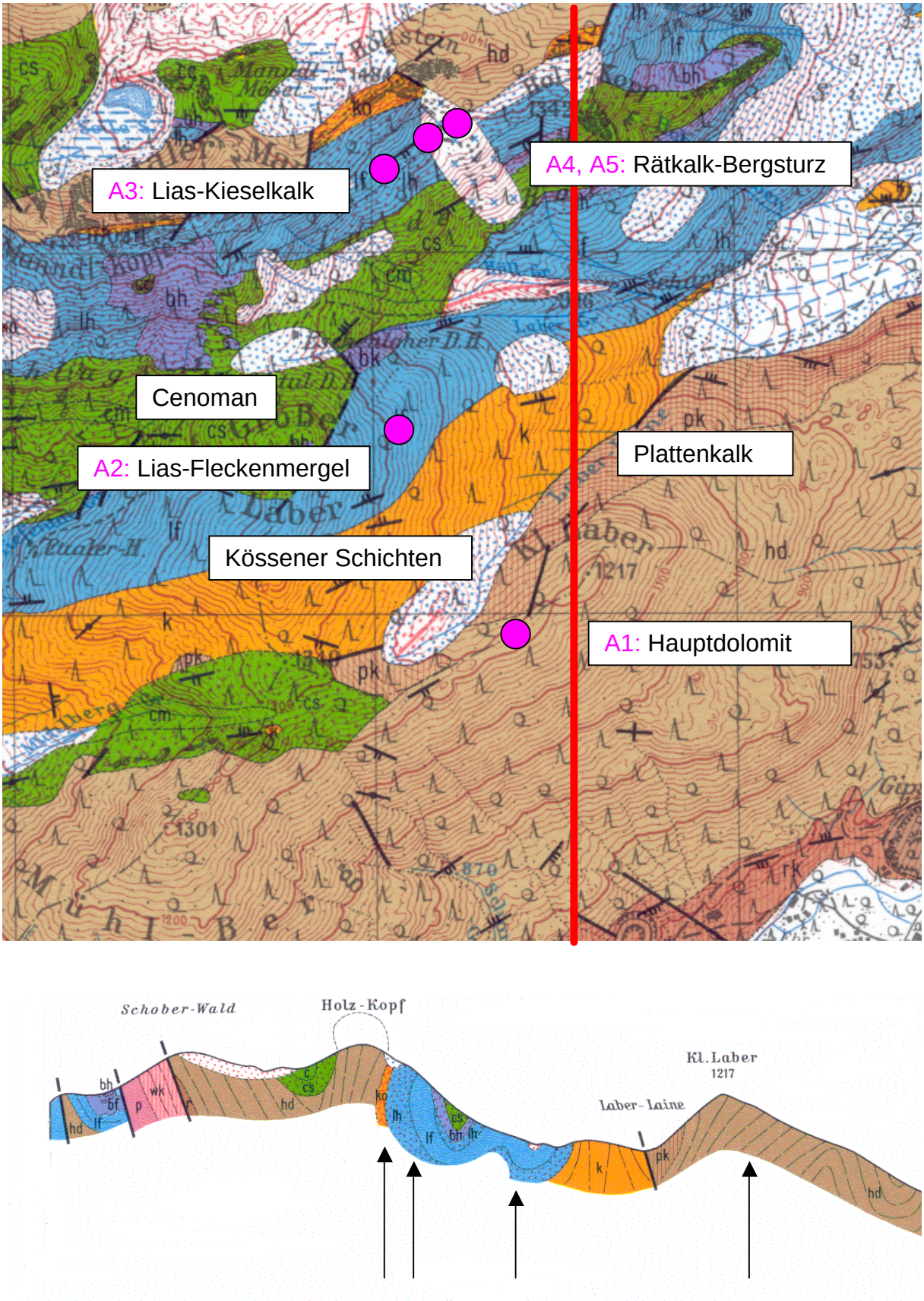


Abb. 14: Geologische Verhältnisse im Exkursionsgebiet Ammergebirge. Aus: Geologische Karte von Bayern 1:25 000. BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1967

4.1.1.3 Standortskarte

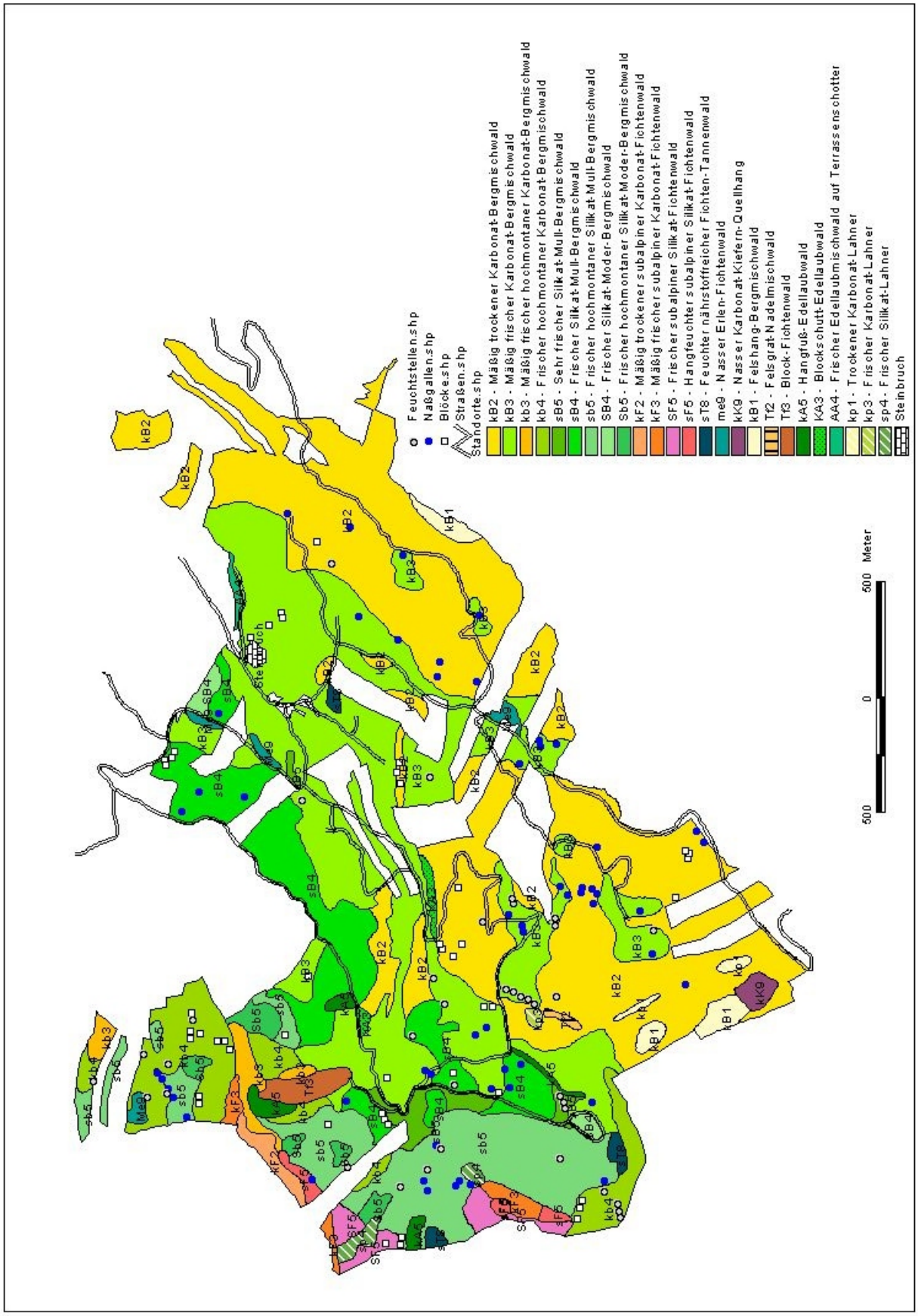


Abb. 13: Standortskarte des Exkursionsgebiets (kartiert nach Verfahren EWALD aus ROTHE 1999)

4.1.2 Exkursionspunkte

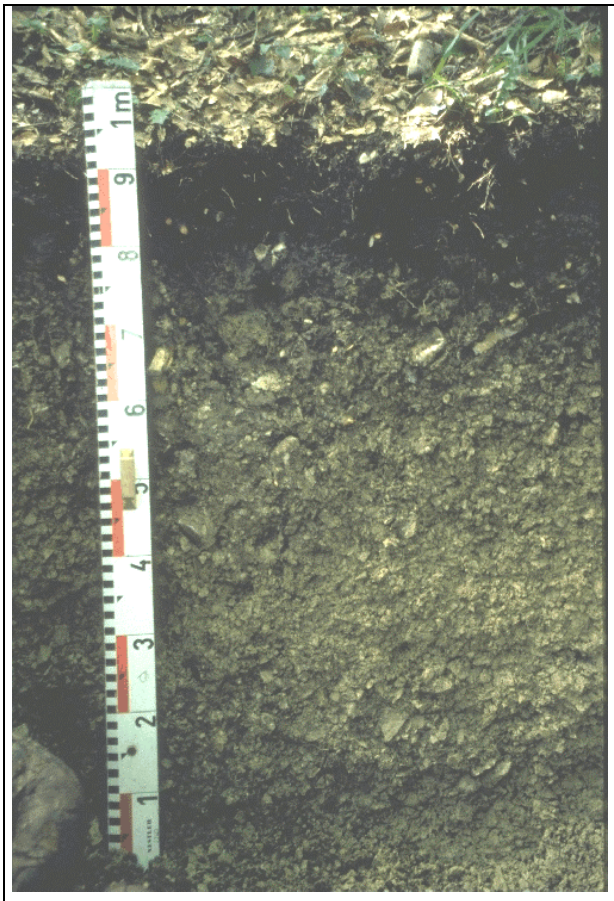
4.1.2.1 Punkt A1: Aposerido-Fagetum auf Rendzina aus Hauptdolomitschutt

Koordinaten: R: 4434603 H: 5271039
Meereshöhe: 1170 m (mittlere montane Stufe)
Exposition: SSE
Hangneigung: 26°
Relief: Oberhang
Ausgangsgestein: Hauptdolomithangschutt

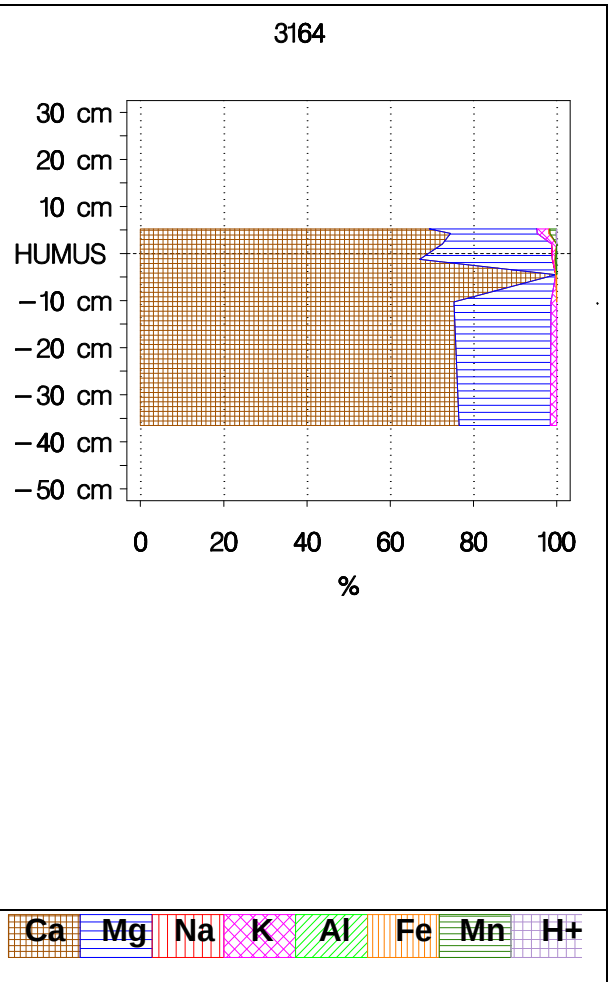
Boden:

Aufnahmedatum: 20.07.98
Horizontfolge: L/Of/Oh/T-Ah/T/Cv-T/T-cCv
Bodentyp: Rendzina-Terra fusca
Humusform: feinhumusreicher Moder

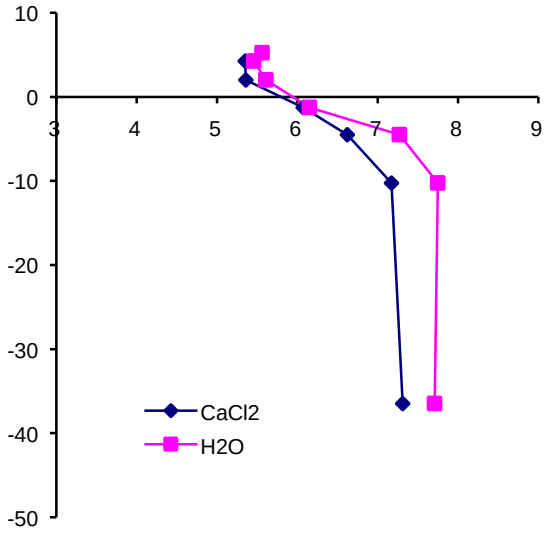
Analysenwerte:



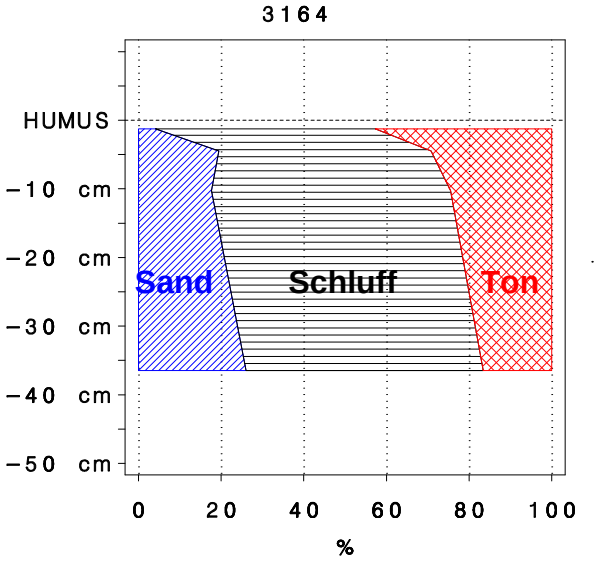
Profilfoto



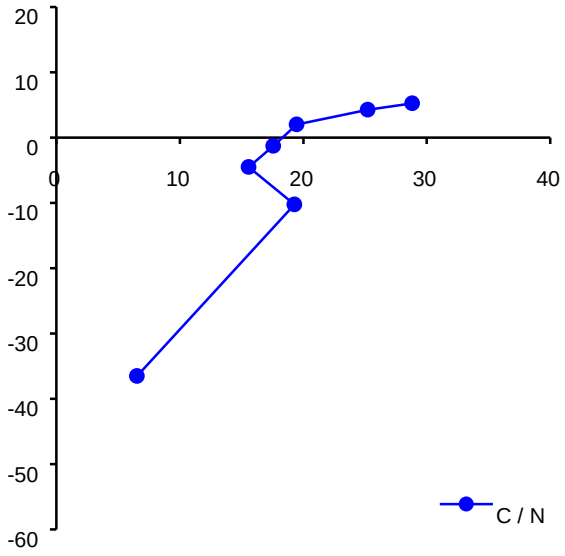
Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt)



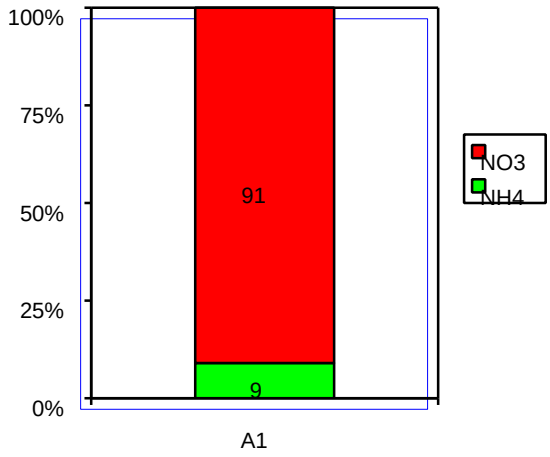
pH-Werte



Korngrößenverteilung



C/N-Verhältnis



Nitrifikationsgrad (NO_3 / (NH_4+NO_3)) des Auflage- und Mineralbodenhumus ermittelt im Freilandbrut-versuch. Aus: FRIEDRICH (2000)

Nadel-/Blattspiegelwerte:

PROFIL ID	BAUM-ART	JAHR	JAHR-GANG	QUIRL	N %	P mg/g	S mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	Fe µg/g	Mn µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g	Al µg/g
A 1	Buche	1998	1		2,4	0,8	1,5	7,4	10,1	1,8	74,9	182,8	7,1	19,9	31,2
A 1	Fichte	1999	1	7	1,3	1,0	0,9	4,3	4,6	1,3	26,7	126,9	1,9	32,9	1,9

Vegetationsaufnahme:

1. BS	75 %
2. BS	0 %
SS	0 %
KS	30 %
MS	2 %
Baumschicht	
Picea abies B1	3
Fagus sylvatica B1	3
Krautschicht	
Verjüngung	
Acer pseudoplatanus K	1
Fagus sylvatica K	+
Sorbus aucuparia K	+
Abies alba K	+
Acer platanoides K	+
Magerkeitszeiger	
Calamagrostis varia	2
Carex alba	2
Melampyrum sylvaticum	+
Carex montana	+
Polygala chamaebuxus	+
Kalkzeiger	
Adenostyles glabra	1
Aposeris foetida	+
Valeriana montana	+
Lilium martagon	+
Hepatica nobilis	+
Carex digitata	+
Melica nutans	+
Aster bellidiastrum	+
Daphne mezereum K	+
Mullbodenzeiger	
Sanicula europaea	1
Hordelymus europaeus	1
Phyteuma spicatum	+
Salvia glutinosa	+

Viola reichenbachiana	+
Veronica urticifolia	+
Säurezeiger	
Huperzia selago	+
Vaccinium myrtillus	+
Sonstige	
Polygonatum verticillatum	+
Prenanthes purpurea	+
Oxalis acetosella	+
Solidago virgaurea	+
Maianthemum bifolium	+
Knautia dipsacifolia	+
Mercurialis perennis	1
Chaerophyllum villarsii	+
Fragaria vesca	+
Galium rotundifolium	+
Hieracium sylvaticum	+
Carex flacca	1
Moosschicht	
Azidophil	
Polytrichum formosum M	+
Dicranodontium denudatum M	+
Dicranum scoparium M	+
Hypnum cupressiforme M	+
Calciphil	
Ctenidium molluscum M	+
Fissidens cristatus M	+
Tortella tortuosa M	+
Sonstige	
Isothecium alopecuroides M	+
Thuidium tamariscinum M	+
Eurhynchium angustirete M	+

Waldgesellschaft: Aposerido-Fagetum caricetosum albae

Standortseinheit: kB2 (Mäßig trockener Karbonat-Bergmischwald)

Diskussionspunkte:

- Es handelt sich bei den Standorten des Aposerido-Fagetum um bezogen auf den Gebietsdurchschnitt relativ warme und trockene Standorte. Das Baumwachstum ist mäßig, die Ernährung mit Phosphor ungenügend und der Kronenzustand beeinträchtigt. An noch steileren und wesentlich flachgründigeren Hängen derselben Höhenlage wird die Gesellschaft durch das Seslerio-Fagetum und Calamagrostio-Pinetum abgelöst (Leider kein Exkursionspunkt).
- Die Wärmebegünstigung und relative Trockenheit spiegeln sich in den zugunsten der Baumart Buche verschobenen Konkurrenzverhältnissen wider. Der in Berg-

mischwäldern frischerer Standorte beträchtliche Wuchsvorsprung von Fichte und Tanne ist hier stark geschrumpft.

- Sind die limitierenden Faktoren für das Buchenwachstum zeitweise Trockenheit oder Phosphormangel oder auch Schäden durch Ozon? Gibt es bei >1500 mm Niederschlag mit Sommermaximum überhaupt Wassermangel?
- Kein Naturschutzvorrangstandort nach Art. 13d Bayerisches Naturschutzgesetz!

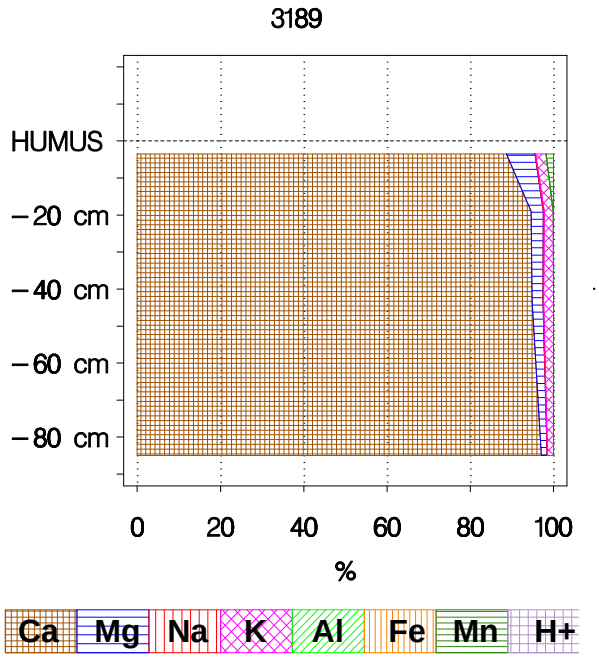
4.1.2.2 Punkt A2: Galio odorati-Fagetum auf Haftnässepseudogley-Pelosol aus Lias-Fleckenmergel

Koordinaten: R: 4434100 H: 5271380
Meereshöhe: 1250 m (hochmontane Stufe, untere Grenze zur mittleren montane Stufe)
Exposition: E
Hangneigung: 26°
Relief: Mittelhang
Ausgangsgestein: Lias-Fleckenmergel (Hangschutt?)

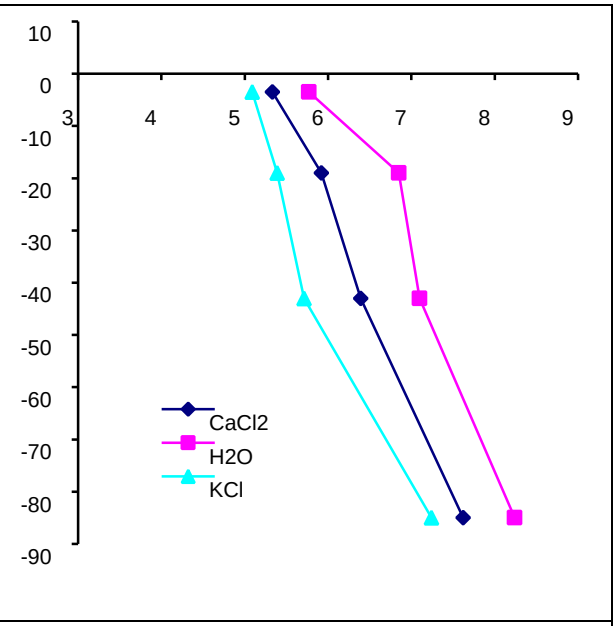
Boden:

Aufnahmedatum: 26.06.01
Horizontfolge: L/Of/Ah/Sg-P1/Sg-P2/Sg-eCv
Bodentyp: Haftnässepseudogley-Pelosol
Humusform: F-Mull

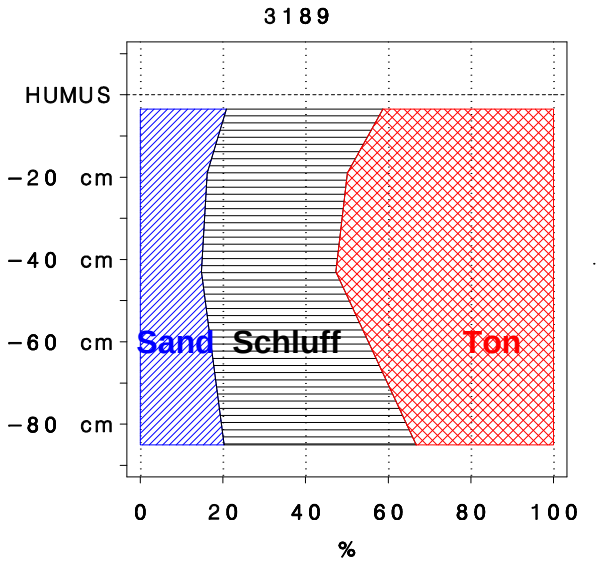
Analysenwerte:



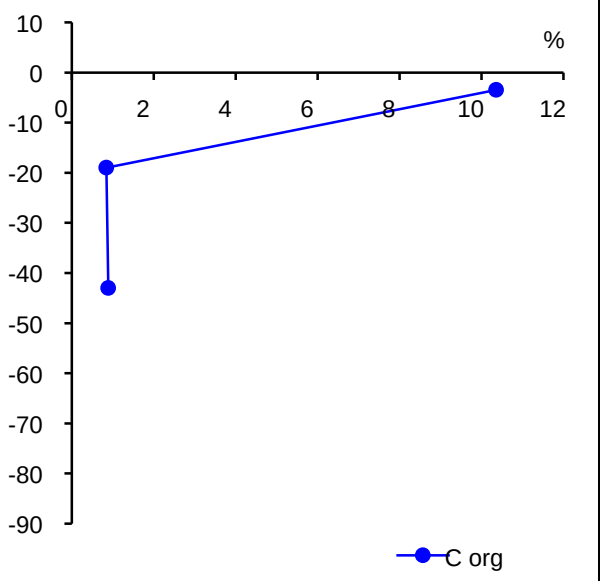
Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt)



pH-Werte



Korngrößenverteilung



C-Gehalte

1. BS	20 %
2. BS	0 %
SS	90 %
KS	75 %
MS	2 %
Baumschicht	
Fagus sylvatica B1	2
Picea abies B1	1
Strauchschicht	
Acer pseudoplatanus S	5
Fagus sylvatica S	2
Ulmus glabra S	2
Krautschicht	
Verjüngung	
Fagus sylvatica K	1
Acer pseudoplatanus K	1
Ulmus glabra K	1
Mullbodenpflanzen	
Lamiastrum montanum	2
Petasites albus	1
Galium odoratum	1
Sanicula europaea	+
Milium effusum	+
Viola reichenbachiana	+
Carex sylvatica	+
Epilobium montanum	+
Hordelymus europaeus	+
Sickerfrische -Zeiger	
Allium ursinum	4
Circaea lutetiana	1

Aegopodium podagraria	+
Impatiens noli-tangere	+
Veronica montana	+
Cardamine impatiens	+
Chrysosplenium alternifolium	+
Myosotis sylvatica	+
N-Zeiger	
Urtica dioica	1
Geranium robertianum	1
Silene dioica	+
Hochstaudenfluren	
Adenostyles alliariae	2
Stellaria nemorum	1
Rumex alpestris	+
Sonstige	
Neottia nidus-avis	+
Oxalis acetosella	+
Prenanthes purpurea	+
Rubus idaeus K	+
Senecio fuchsii	2
Picea abies K	+
Moosschicht	
Brachytecium rutabulum M	+
Plagiomnium affine	+
Brachythecium velutinum	+
Rhizomnium punctatum	+
Isothecium alopecuroides	+

Waldgesellschaft: Galio odorati-Fagetum adenostyletosum alliariae (Acer pseudoplatanus-Vorwald)

Standortseinheit: sb5 (Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald)

Diskussionspunkte:

- Aufgrund des tonigen Substrats und hoher Niederschläge ist die vertikale Wasserbewegung stark gehemmt, da die für die Gefügebildung durch Schwinden notwendigen Trockenphasen sehr selten sind. Grobporen werden allenfalls im zeitweise austrocknenden Oberboden gebildet. Vollständige Wassersättigung des gesamten durch Mittel- und Feinporen dominierten Porenraums ist daher häufig. Dieses Phänomen beschreiben wir als Haftnässe, da freies Wasser mangels Grobporen im Profil kaum auftritt.
- Zumindest im obersten Horizont ist mit leistungsfähiger Bioturbation zu rechnen (Humusform Mull). Hohe Basensättigung und ein entsprechendes Bodengefüge im Oberboden sind die Voraussetzungen hierfür.
- Obwohl die bodenphysikalischen Verhältnisse die Durchwurzelbarkeit erschweren und zeitweise Luftmangel auftreten dürfte, ist das Wachstum der Baumart Buche nicht ernsthaft beeinträchtigt.
- Der Edellaubbaumreichtum der derzeitigen Bestockung wird als das einer Bergmischwaldgesellschaft vorausgehende Ahorn-Stadium verstanden. Bei den herrschenden Standortsverhältnissen ist aber auch das Schlusswaldstadium edellaubbaumreich.
- Der Bestand steht zwischen Kalk- (Aposerido-Fagetum) und Braunerde-Buchenwäldern (Galio odorati-Fagetum). Diese Zwischenstellung ist typisch für hoch basengesättigte, aber im Oberboden karbonatfreie Standorte.
- Kein Naturschutzvorrangstandort nach Art. 13d Bayerisches Naturschutzgesetz!

4.1.2.3 Punkt A3: Luzulo-Fagetum auf Podsol aus Lias-Kieselkalk

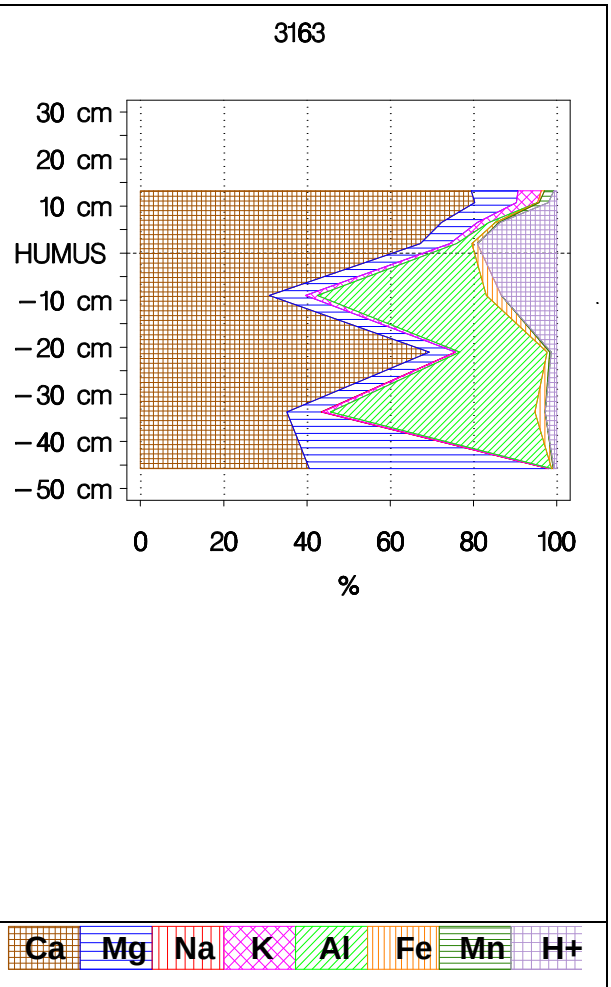
Koordinaten: R: 4434060 H: 5272362
Meereshöhe: 1350 m (hochmontane Stufe)
Exposition: SSE
Hangneigung: 34°
Relief: Oberhang
Ausgangsgestein: Lias-Kieselkalk

Boden

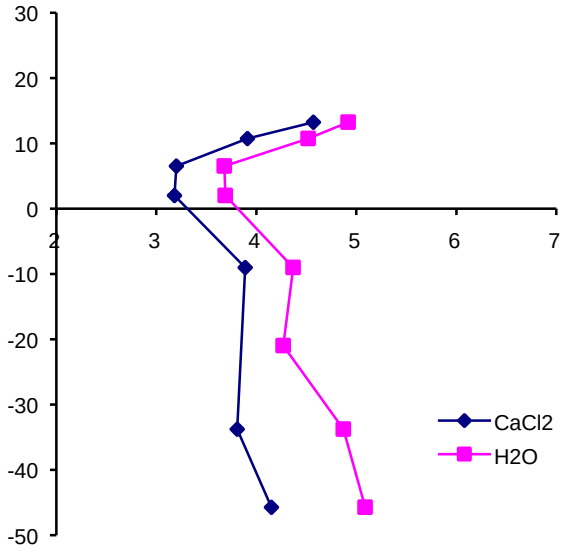
Aufnahmedatum: 11.06.98
Horizontfolge: L/Of/Oh1/Oh2/Ahe/Ae/Bsh/Bsv/Cv-Bv/lCn
Bodentyp: Eisen-Humus-Podsol
Humusform: feinhumusreicher, rohhumusartiger Moder

Analysenwerte:

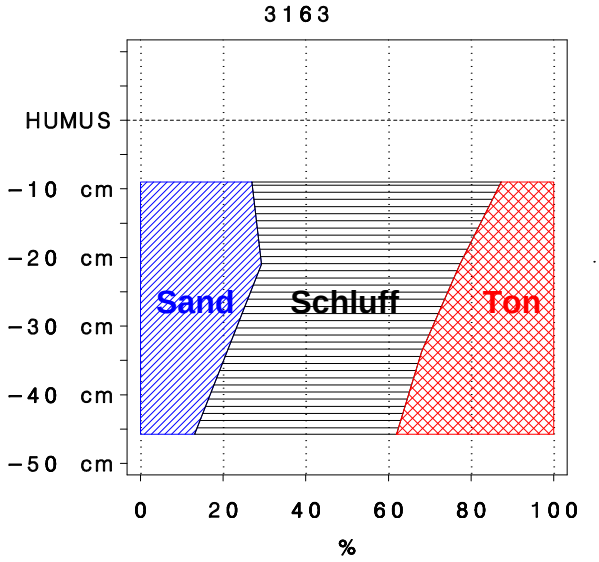
Profilfoto



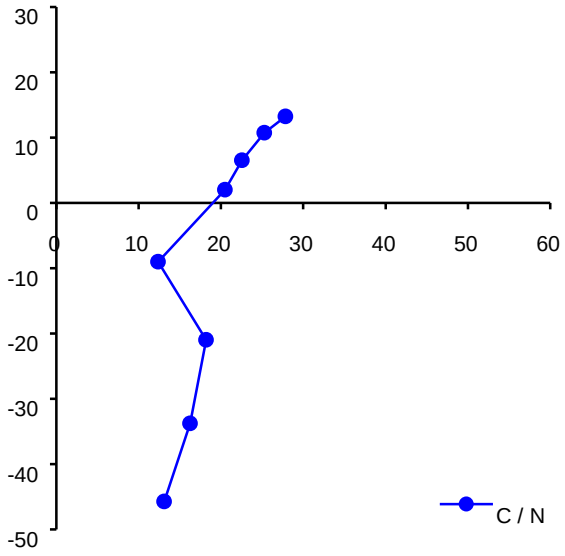
Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt



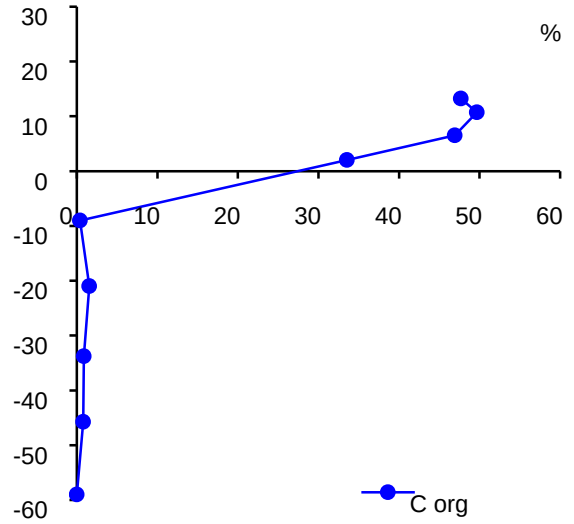
pH-Werte



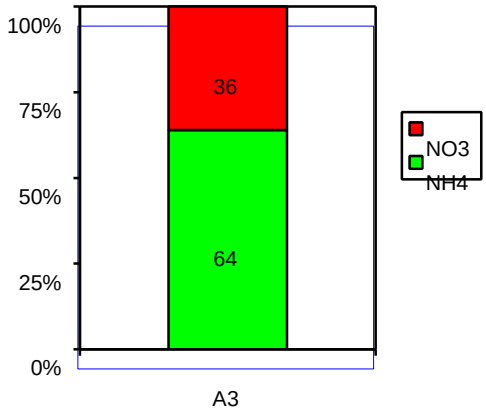
Korngrößenverteilung



C/N-Verhältnis



C-Gehalte



Nitrifikationsgrad (NO_3 / (NH_4+NO_3)) des Auflage- und Mineralbodenhumus, ermittelt im Freiland-brutversuch. Aus: FRIEDRICH (2000)

Blatt-/Nadelspiegelwerte:

PROFIL	BAUM-ART	JAHR	JAHR-GANG	QUIRL	N %	P mg/g	S mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	Fe µg/g	Mn µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g	Al µg/g
A 3	Buche	1998	1		2,3	1,2	1,6	7,6	9,3	1,0	76,6	306,9	6,7	13,8	39,2
A 3	Fichte	1999	1	7	1,4	1,7	1,0	5,0	3,7	1,1	21,3	206,5	2,2	34,5	29,8

Vegetationsaufnahme:

BS 1	70 %
BS2	0 %
SS	0 %
KS	40 %
MS	10 %
Baumschicht	
Fagus sylvatica B1	3
Picea abies B1	3
Krautschicht	
Verjüngung	
Acer pseudoplatanus K	+
Picea abies K	+
Fagus sylvatica K	1
Säurezeiger	
Luzula sylvatica sieberi	2
Thelypteris limbosperma	1
Blechnum spicant	+
Luzula pilosa	+
Huperzia selago	+
Hochstauden	
Stellaria nemorum	2
Cicerbita alpina	+
Adenostyles alliariae	+
Sonstige	
Dryopteris dilatata	2
Oxalis acetosella	2
Gymnocarpium dryopteris	2

Thelypteris phegopteris	1
Senecio fuchsii	+
Galeopsis tetrahit	+
Impatiens noli-tangere	+
Hieracium sylvaticum	+
Deschampsia cespitosa	+
Athyrium filix-femina	+
Prenanthes purpurea	+
Mycelis muralis	+
Salvia glutinosa	+
Moosschicht	
Azidophile	
Polytrichum formosum M	2
Dicranella heteromalla M	1
Dicranodontium denudatum M	1
Rhytidiadelphus loreus M	1
Dicranum scoparium M	+
Mnium spinosum M	+
Plagiothecium curvifolium M	+
Hypnum cupressiforme M	+
Sonstige	
Plagiochila porelloides M	+
Thuidium tamariscinum M	1
Plagiomnium affine M	+

Pflanzengesellschaft: Luzulo-Fagetum adenostyletosum alliariae

Standortseinheit: Sb5 (Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald)

Diskussionspunkte:

- Die Beziehung zwischen der profilmorphologisch sichtbaren Podsolierung und den bodenchemischen Eigenschaften ist nicht so deutlich, wie man es erwarten würde. In keinem Horizont sinkt die Basensättigung unter 40 %, nach den Regelmäßigkeiten der Bodenchemie ist daher die Bodenlösung nahezu vollständig von Calcium und Magnesium dominiert, während Aluminium fehlt. Für die niedrigen

pH_{Wasser}-Werte im Mineralboden (4 – 5) sind daher ausschließlich organische Säuren verantwortlich. Tatsächlich werden bei der Extraktion mit NH_4Cl bis zu 15% H^+ extrahiert. Der Schluss von Profilmorphologie (Podsolierung) und niedrigen pH-Werten auf den Basenhaushalt ist nicht zwingend, sondern beruht auf einer häufig beobachteten nichtkausalen Koinzidenz.

- Das Vorherrschen azidophiler Arten ist in erster Linie durch die Humusform bedingt. Hohe C/N-Verhältnisse und niedrige pH-Werte in der als Hauptwurzelraum dienenden Auflage bedingen weitgehende Ammoniumernährung der Vegetation.
- Auch die Baumernährung spiegelt die bodenchemischen Verhältnisse gut wieder. Sowohl bei Calcium als auch bei Magnesium sind die Bäume ähnlich gut ernährt wie die Bäume des Rendzinastandorts A1. Im gesamten Wurzelraum ist die Calcium - und Magnesiumsättigung trotz deutlicher Podsolierungsmerkmale hoch.
- Die unterschiedliche Bewertung des Standortes für die Bodenvegetation (Sauerhumus-Bergmischwald) und für die Bäume (basenreich) wirft Fragen auf nach der Koinzidenz zwischen pflanzensoziologischen Einheiten und forstlich relevanten Standortstypen. Offenbar sind die viele „Zeigerpflanzen“ lediglich Indikatoren für den Oberboden- bzw. Humuszustand und damit für das Vorherrschen von Ammonium bzw. Nitraternährung.
- Podsolierung bedeutet Verlagerung von löslichen Eisen-Humus-Komplexen. Dafür braucht es mehrere Vorbedingungen: (1) durchlässiges Substrat (2) Auflagehumus als Lieferant von organischen Komplexbildnern (3) hohe Sickerwasserraten (4) mobilisierbare Eisenverbindungen. Alle Faktoren sind am Exkursionspunkt vorhanden.
- Die Bildung der mächtigen Humusauflage ist im Unterschied zu den benachbarten Profilen mit deutlichen Mineralbodenhumusformen durch das Fehlen von Bioturbation (Regenwürmer) bedingt. Wir machen für das Fehlen einer leistungsfähigen Regenwurmfauna die Entkalkung und beginnende Entbasung des Oberbodens im Verein mit wenig attraktiver Fichtenstreu als Nährsubstrat verantwortlich.
- Auf diesem Standort lässt sich der Vegetationsaspekt durch Förderung der Fichte in der Baumschicht relativ leicht hin zur Dominanz stark azidophiler Moose („Nadelwaldarten“) verschieben, was in eine (Fehl-)Klassifikation als Luzulo-Abietetum mündet.
- Kein Naturschutzvorrangstandort nach Art. 13d Bayerisches Naturschutzgesetz!

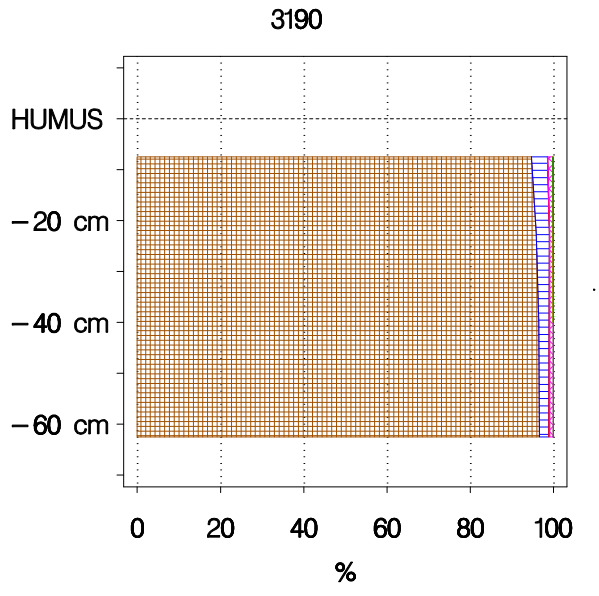
4.1.2.4 Punkt A4: Ulmo-Aceretum auf Rendzina aus Kalkschutt

Koordinaten: R 4433710 H: 5272520
Meereshöhe: 1350 m (hochmontane Stufe)
Exposition: SE
Hangneigung: 30°
Relief: Schutthalde
Ausgangsgestein: Rätkalk-Blockschutt

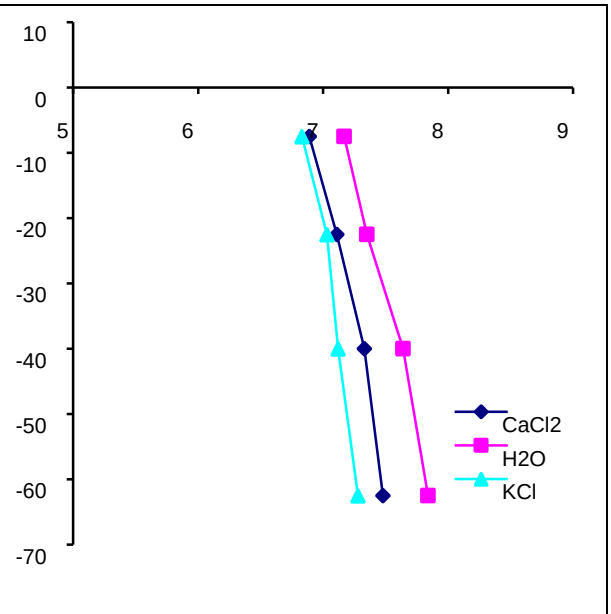
Boden:

Aufnahmedatum: 26.06.01
Horizontfolge: L/Ah1/Ah2/Bv-Cv1/Bv-Cv2
Bodentyp: Rendzina
Humusform: Typischer Mull

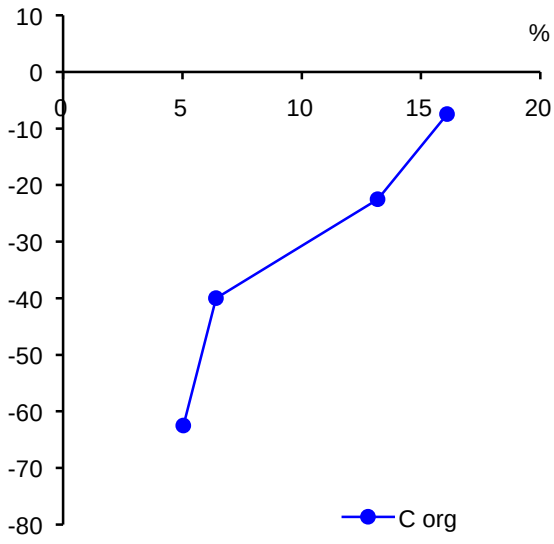
Analysenwerte:



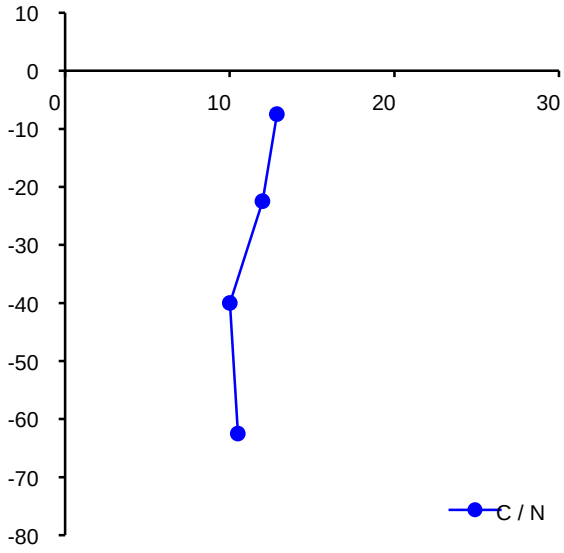
Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt)



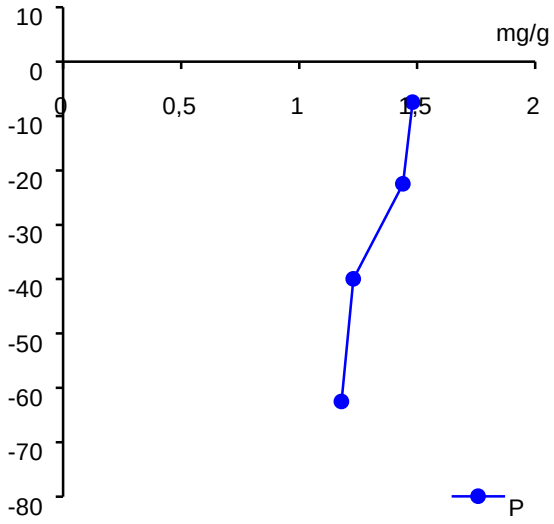
pH-Werte



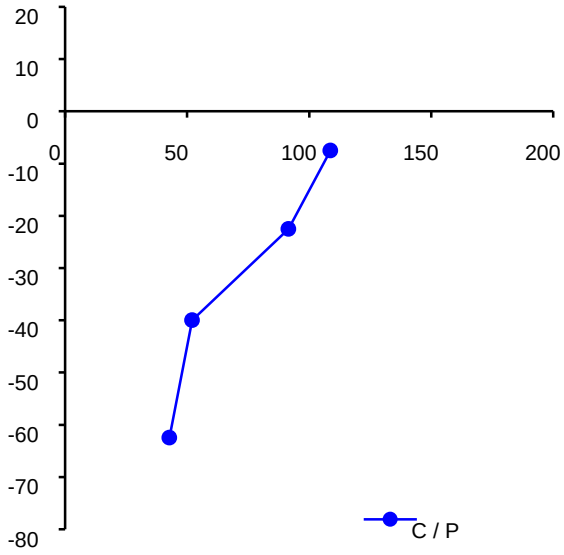
C-Gehalte



C/N-Verhältnis



Phosphorgehalte (Königswasseraufschluss)



C/P-Verhältnis

Vegetationsaufnahme:

1. BS	50 %
2. BS	15 %
SS	0 %
KS	90 %
MS	0 %
Baumschicht	
Acer pseudoplatanus B1	3
Acer pseudoplatansu B2	2
Ulmus glabra B1 (†)	+
Verjüngung	
Ulmus glabra K	1
Krautschicht	
N-Zeiger	
Urtica dioica	2
Campanula latifolia	1
Geranium robertianum	1
Silene dioica	+
Sickerfrischezeiger	
Impatiens noli-tangere	2
Myosotis sylvatica	1
Circaea lutetiana	1
Stachys sylvatica	1
Ranunculus lanuginosus	1
Cirsium oleraceum	+
Aconitum vulparia	+
Chaerophyllum hirsutum	+
Valeriana officinalis	+
Mullbodenpflanzen	
Mercurialis perennis	3
Petasites albus	3
Lamiastrum montanum	2
Galium odoratum	1
Brachypodium sylvaticum	1
Pulmonaria officinalis	1
Salvia glutinosa	1
Actaea spicata	+
Lysimachia nemorum	+
Dryopteris filix-mas	+
Paris quadrifolia	+
Hochstauden	
Stellaria nemorum	2
Poa hybrida	+
Carduus personata	+
Aconitum napellus	+
Rumex alpestris	+
Sonstige	
Senecio fuchsii	3
Poa nemoralis	+
Vicia sepium	+
Mycelis muralis	+
Eupatorium cannabinum	+

Pflanzengesellschaft: Ulmo-Aceretum lysimachietosum

Standortseinheit: kA5 (Hangfuß-Edellaubwald)

Diskussionspunkte:

- Der ökologisch wichtigste Faktor ist die bis in die Gegenwart anhaltende ständige Schuttnachlieferung von oben (eigene Beobachtung am 26.06.01). Dies bedeutet zum einen Steinschlag mit mechanischer Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums, zum anderen Auffrischung des Bodens von oben. Nur auf diese Weise lässt sich der überaus mächtige Ah-Horizont erklären. Selbst in den Bv-Cv-Horizonten liegt der C-Gehalt noch bei 5%. Durch die Schuttnachlieferung wird immer wieder Humus begraben, durch Streufall und Bioturbation (Regenwürmer) wird umgekehrt Skelett von Humus überdeckt.
- Der Humusreichtum bedingt die außerordentlich hohe Fruchtbarkeit des Standorts. Sowohl die Stickstoff- als auch die Phosphornachlieferung ist ungehemmt. Ein Großteil des Stickstoffs wird als Nitrat angeboten.
- Der Hauptausschlussfaktor für die Hauptbaumarten des Bergmischwaldes (Buche, Tanne, Fichte) dürfte der Steinschlag sein. Ob es in der Halde zu Bewegungen kommt, die mit Wurzelzerreißungen einhergehen, wird bezweifelt. Steinschlag beeinträchtigt natürlich auch Verjüngung, Wachstum und Holzqualität der Edellaubholzbestände, die deshalb typischerweise licht bis räumdig sind.

- Die Bodenvegetation ist ein Spiegelbild der ausgezeichneten Stickstoff- und Phosphorversorgung am Standort.
- Unstrittiger und unkritischer Naturschutzvorrang-Sonderstandort (13d Bayerisches Naturschutzgesetz), allerdings in den Alpen weder besonders selten noch gefährdet.

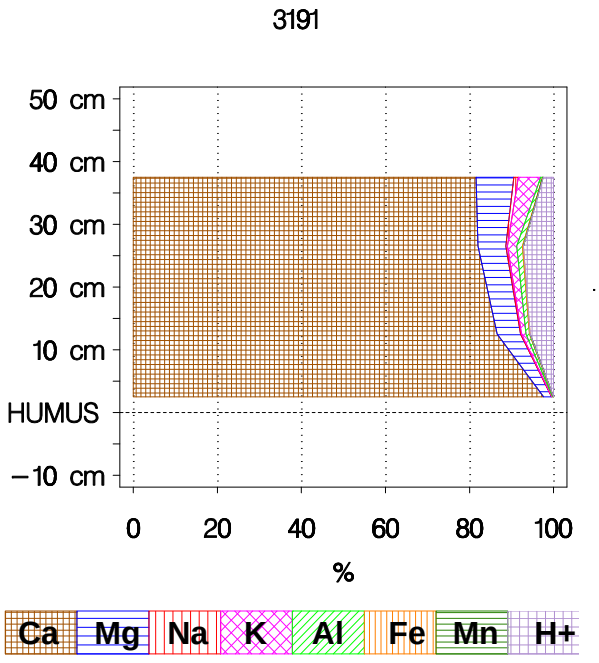
4.1.2.5 Punkt A5: Asplenio-Piceetum auf Tangel über Bergsturzmaterial aus Oberrätkalk

Koordinaten: R : 4429085 H: 5255405
Meereshöhe: 1360 m (hochmontane Stufe)
Exposition: SSE
Hangneigung: Eben
Relief: Bergsturz
Ausgangsgestein: Oberrätkalk

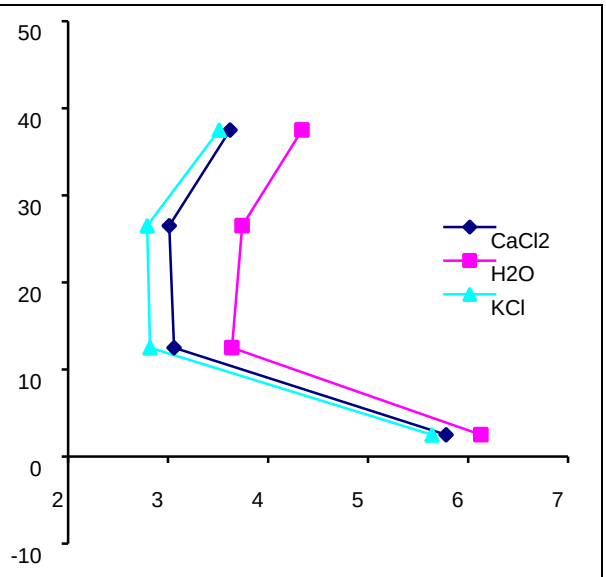
Boden:

Aufnahmedatum: 26.06.01
Horizontfolge: L/Of/Oh1/Oh2/Oh3/mcC
Bodentyp: Felshumusboden
Humusform: Tangel

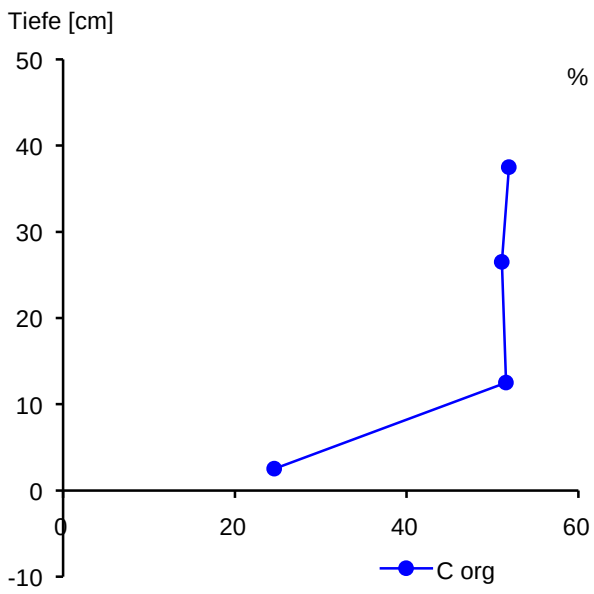
Analysenwerte:



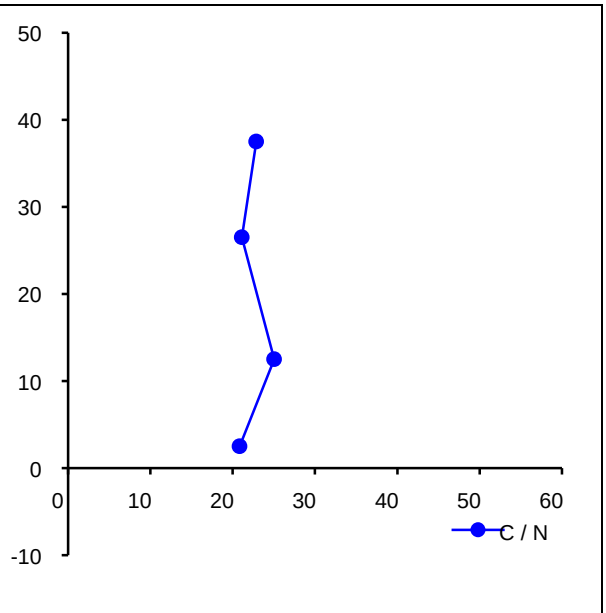
Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt)



pH-Werte



C-Gehalte



C/N-Verhältnis

Vegetationsaufnahme:

1. BS	55 %
2. BS	5 %
SS	2 %
KS	20 %
MS	35 %
Baumschicht	
Picea abies B1	3
Sorbus aria B2	1
Abies alba B1	+
Acer pseudoplatanus B1	+
Strauchschicht	
Picea abies S	1
Krautschicht	
Verjüngung	
Picea abies K	1
Acer pseudoplatanus K	+
Abies alba K	+
Sorbus aucuparia K	+
Säurezeiger	
Lycopodium annotinum	2
Vaccinium myrtillus	2
Luzula sylvatica ssp. sieberi	1
Listera cordata	1
Homogyne alpina	1
Huperzia selago	1
Thelypteris limbosperma	1
Blechnum spicant	+
Luzula luzulina	+
Kalkzeiger	
Adenostyles glabra	2
Valeriana tripteris	1
Carex digitata	+

Aster bellidiastrum	+
Campanula cochleariifolia	+
Asplenium viride	+
Polystichum lonchitis	+
Carex brachystachys	+
Primula auricula	+
Daphne mezereum K	+
Magerkeitszeiger	
Sesleria varia	1
Carduus defloratus	+
Calamagrostis varia	+
Carex firma	+
Mullbodenpflanzen	
Mercurialis perennis	1
Veronica urticifolia	1
Salvia glutinosa	+
Ajuga reptans	+
Lamiastrum montanum	+
Phyteuma spicatum	+
Stachys sylvatica	+
Dryopteris filix-mas	+
Sonstige	
Dryopteris dilatata	1
Oxalis acetosella	+
Solidago virgaurea	+
Campanula scheuchzeri	+
Deschampsia cespitosa	+
Galium rotundifolium	+
Hieracium sylvaticum	+
Viola biflora	+
Carex ferruginea	+
Clematis alpina K	+

Saxifraga rotundifolia	+
Melica nutans	+
Prenanthes purpurea	+
Gymnocarpium dryopteris	+
Cirsium palustre	+
Mycelis muralis	+
Polygonatum verticillatum	
Moosschicht	
Azidophile	
Pleurozium schreberi M	2
Dicranodontium denudatum M	2
Rhytidiadelphus loreus M	1
Polytrichum formosum M	1
Plagiothecium undulatum M	1
Mylia taylorii M	1
Bazzania trilobata M	1
Bazzania tricrenata M	1
Hypnum cupressiforme M	1
Cladonia cf. digitata FL	+
Dicranum scoparium M	+
Barbilophozia lycopodioides M	+
Sphagnum capillifolium M	+

Peltigera leucophlebia FL	+
Plagiochila porelloides M	+
Calciphile	
Ctenidium molluscum M	1
Tortella tortuosa M	1
Fissidens cristatus M	1
Mnium cf. thomsonii M	+
Bryum capillare M	+
Cirriphyllum tenuinerve M	+
Scapania aequiloba M	+
Neckera crispa M	+
Sonstige	
Thuidium tamariscinum M	1
Rhytidiadelphus triquetrus M	1
Hylocomium splendens M	1
Plagiochila asplenioides M	+
Isothecium alopecuroides M	+
Rhizomnium punctatum M	+
Plagiomnium undulatum M	+
Plagiomnium affine M	+
Peltigera cf. membranacea FL	+

Pflanzengesellschaft: Asplenio viridis-Piceetum

Standortseinheit: Tf3 (Block-Fichtenwald)

Diskussionspunkte:

- Tangelauflagen sind sauer (pH_{Wasser} <4,5), weil der Humus eine Vielzahl saurer organischer Gruppen aufweist. Unter den mit NH_4Cl austauschbaren Kationen nehmen die Protonen (H+) jedoch nur einen kleinen Anteil ein (<10%), die Basensättigung liegt bei 90%. Damit ist die Pflanzenernährung mit Basen trotz des niedrigen pH gesichert. PH-abhängige Prozesse wie die Nitrifikation sind jedoch gehemmt. Vermutlich ist ein großer Teil der azidophil bekannten Arten an Humusauflagen angepasst oder bevorzugt bei der Stickstoffernährung Ammonium. Basenmangel hingegen ist hingegen in vielen Fällen nicht der bestimmende ökologische Faktor für das Vorkommen azidophiler Arten, wie das Beispiel Tangel beweist.
- Das hochdiverse Standortsmosaik bedingt eine hochdiverse Pflanzendecke. Bei spezifischerer Wahl der Aufnahmefläche (homogene Teilflächen) würde sich ein anderes Bild ergeben. Die in Wäldern übliche Aufnahmefläche ist für Mosaikstrukturen wie den Blockfichtenwald zu groß. Mosaikstrukturen sind auf diesem Skalenniveau jedoch auch, wiewohl weniger sichtbar, an anderen Bergwald-Standorten gang und gäbe (vgl. viele andere Punkte der Exkursionen).
- Für das Fehlen der Buche und anderer Baumarten des Bergmischwaldes in den Blockfichtenwäldern der Bergmischwaldzone werden verschiedene Gründe geltend gemacht. Im vorliegenden Beispiel favorisieren wir edaphische Gründe: Die im Blockfichtenwald verbreiteten Fels-Humusböden mit mächtigen Tangelaufla-

gen begünstigen sehr stark die Fichte, während Buche, Tanne und Bergahorn mächtigere Auflagen ohne Mineralbodenanschluss meiden. Auf anderen Bergstürzen sind Eiskeller-Effekte durchaus sehr plausibel.

- Unstrittiger und unkritischer Naturschutzvorrang-Sonderstandort (13d Bayerisches Naturschutzgesetz), in den Alpen eher selten, aber wegen der Unzugänglichkeit nicht gefährdet.

4.1.3 Literatur

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1967: Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Blatt 8432 Oberammergau.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 2000: Monitoring von-Schäden in Waldökosystemen des bayerischen Alpenraums. (Bearbeiter: EWALD, J., REUTHER, M., NECHWATAL, J., LANG, K.) Umwelt & Entwicklung in Bayern Materialien 155, 235 S.

FRIEDRICH, G. 2000: Stickstoffverfügbarkeit in Bergmischwäldern des Werdenfelser Landes. Diplomarbeit Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München 103 S.

ROTHE, H. 1999: Vegetationsgestützte Standortkartierung im Distrikt VIII Höllenstein, Forstamt Oberammergau. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Forstwirtschaft 81 S.

4.2 Exkursion 2 Kreuzeck/Alpspitze: subalpine und alpine Pflanzengesellschaften im Wettersteingebirge

ECKART KOLB, HELGE WALENTOWSKI

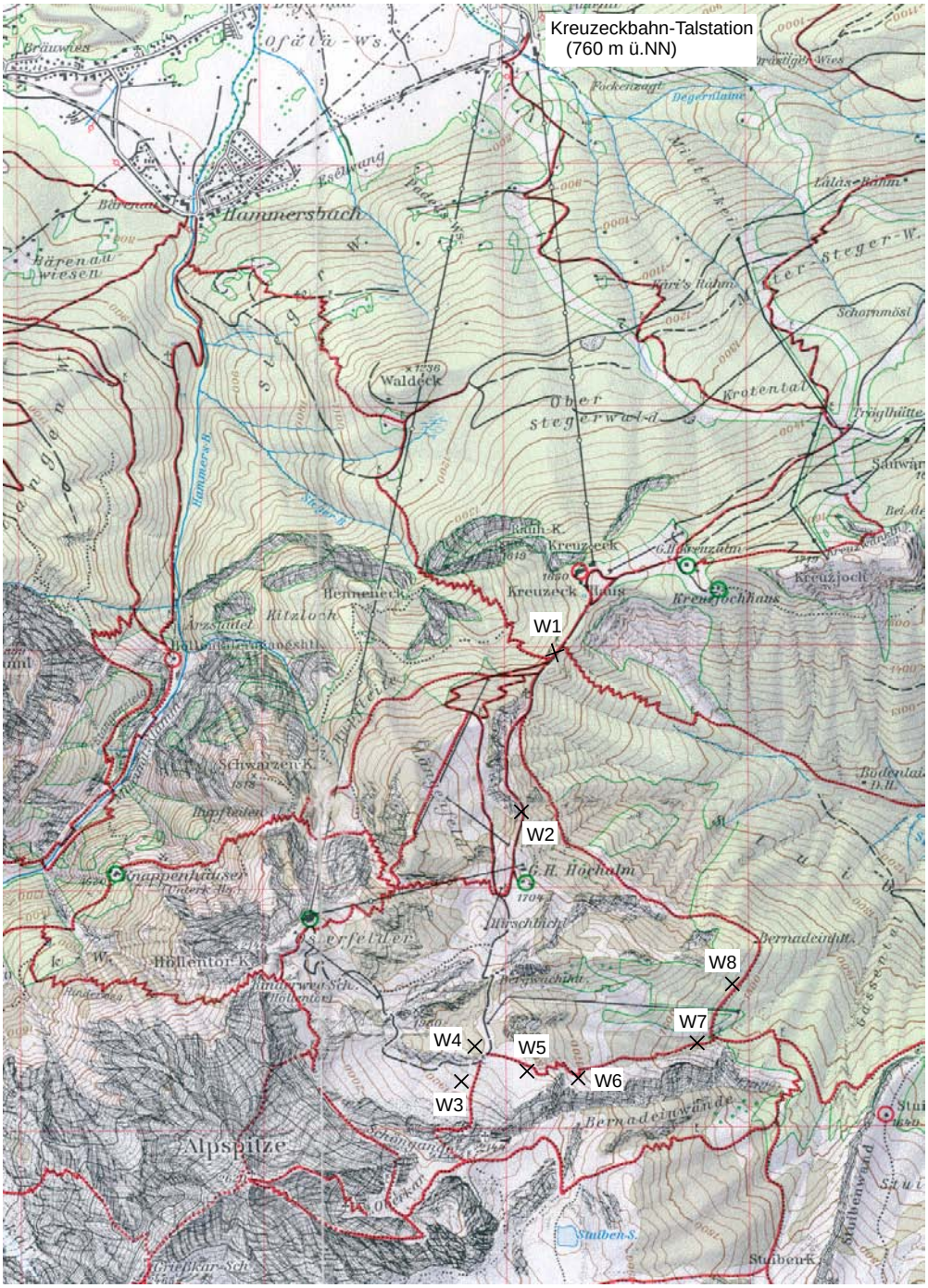


Abb. 15: Übersicht Exkursionsgebiet (Ausschnitt Alpenvereinskarte Nr.:4/2, Maßstab 1:25.000)

4.2.1 Allgemeines zum Exkursionsgebiet

Kartenblatt: - TK 1:25.000 Garmisch-Partenkirchen 8532/8632

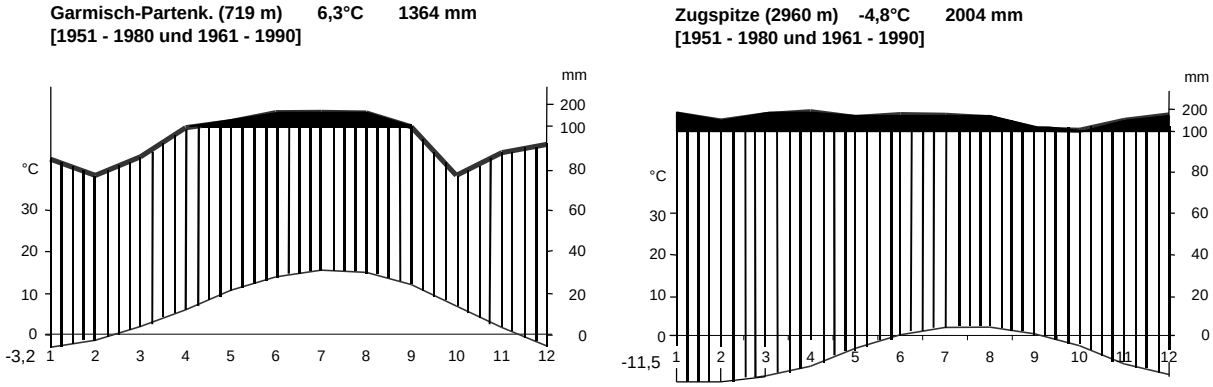
Wuchsraum: - „Karwendel und Wettersteinmassiv“ (15.8)

Meereshöhe: - Tal: 760 m ü.NN;

- Kreuzeck: 1652 m; höchster Punkt der Exkursion (unterhalb der Bernadeinwand): 1880 m ü.NN

Klima:

	Niederschlag in mm	Temperatur in °C Januar	Juli	Jahr
Garmisch (719 m ü.NN)	1364 mm	-3,2	+15,5	+6,3
Kreuzeck (1650 m ü. NN)	1595 mm	-5,6	+10,5	+2,3
Zuspitze (2960 m ü. NN)	2004 mm	-11,3	+2,0	-4,8



Klimawerte nach den Daten des Deutschen Wetterdienstes (Klimaatlas von Bayern 1996).

Die Exkursion im Wettersteingebirge verläuft in der subalpinen Stufe jenem Ökoton, welches mit einem Mosaik von Wäldern, Gebüschen und Rasen zwischen der bewaldeten montanen und der unbewaldeten alpinen Stufe vermittelt. Die Standortsbedingungen wechseln kleinräumiger als in der montanen Stufe, da ein die Witterungsextreme milderndes Kronendach oder zumindest der dichte Kronenschluß fehlt.

Ausgangssubstrate sind aufgearbeitete Kalke, Dolomite und Mergel in Form von Block-, Schutt- und Moränenmaterial.

Die Exkursionpunkte wurden so ausgewählt, dass das Nebeneinander von Standorten eine potentielle Sukzession darstellt. So stellen die Punkte W4 und W7 eine Entwicklungsreihe auf Grobblockmaterial, W3, W5, W6 und W8 ein Sukzession auf stärker aufbereiteten Ausgangssubstraten wie Schutthalden und Moränen dar.

4.2.2 Exkursionspunkte

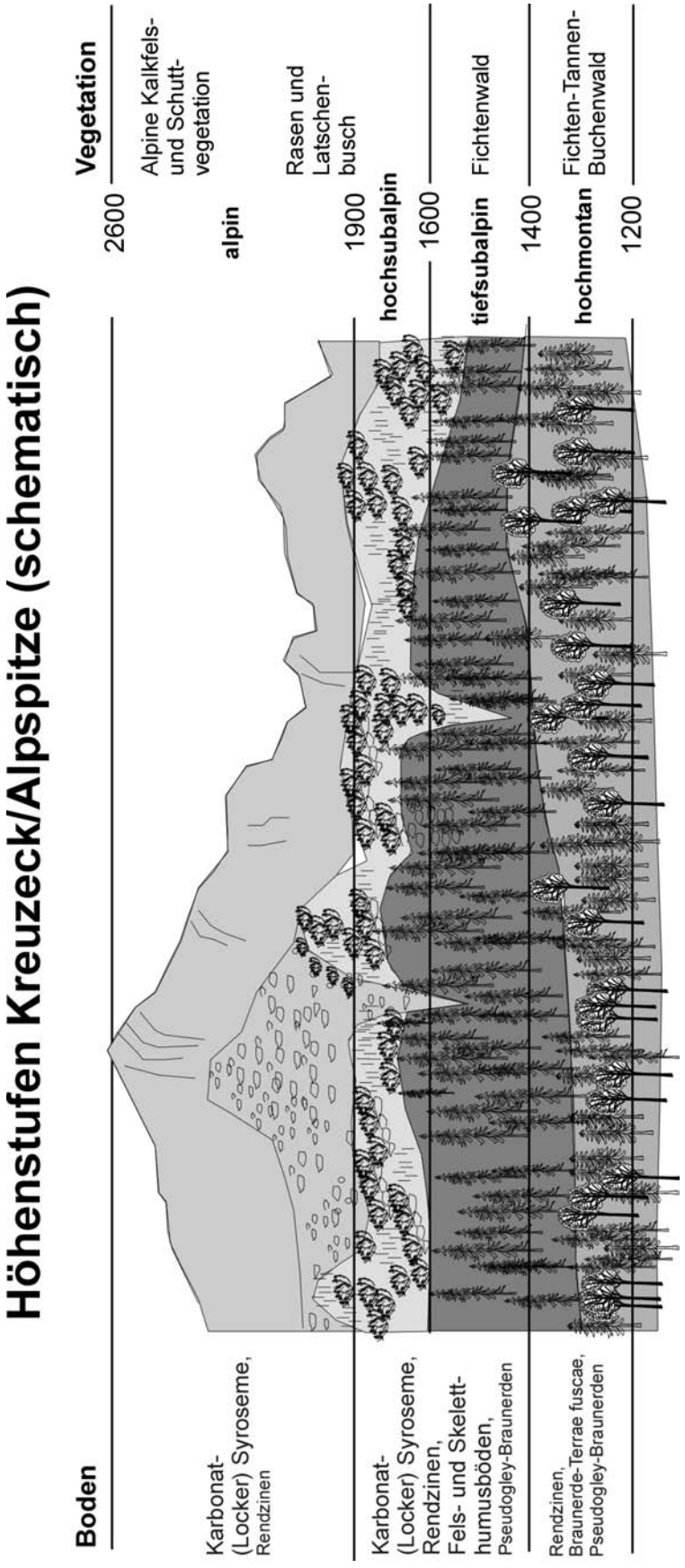
4.2.2.1 Exkursionspunkt W1: Höhenstufen und Gesteine

Koordinaten: R: 4429500 H: 5256985

Meereshöhe: 1625 m

Erklärungen: Höhenstufen am Beispiel des Stuibenwaldes am Nordabhang des Blassengrates.

Beschreibung wichtiger Gesteine im Exkursionsgebiet: Kalke, Dolomite und Mergel: Verwitterungsformen und Ursachen.



Lokalklimatisch-orografisch-reliefbedingt verzahnte Höhenstufen im Bereich Kreuzeck-Alpspitze. Vor allem im Bereich des Fichtenwaldes, der Rasen und Latschengebüsche ist die Grenzziehung problematisch. Die Almwirtschaft ist hier ein zusätzlicher landschaftlicher Durchmischungsfaktor (vgl. RINGLER 1992).

Korrelation von Höhenstufen mit Temperaturkennwerten in den bayerischen Alpen

Als klimatische Rahmenwerte der durch Wärmemangel verursachten **Waldgrenze** (oberhalb der Krummholzstufe, die nach GRADMANN 1931 noch zum "Voralpenwald" und somit zum "Waldgürtel" gerechnet werden muß) können folgende Minima angegeben werden: 1,5°C Jahresmitteltemperatur, 9°C Julitemperatur, 130 Tage Vegetationszeit (Tage >5°C/Jahr). Die Kälte der Wintermonate wirkt dagegen i.d.R. nicht begrenzend, die waldbildenden Baumarten sind im Winter außerordentlich frosthart.

Höhenstufen im Exkursionsgebiet am Kreuzeck

Die Jahresmitteltemperatur der **hochsubalpinen "Krummholzstufe"** (1600/1700 bis 1900 m) liegt zwischen +1,5 und +3°C, die Julitemperatur zwischen +9 und +11°C. In inselartiger Auflösung reichen Krummholzgebüsche an günstigen Stellen bis in die untere alpine Rasenstufe (1900 - 2100 m Meereshöhe). Die Vielfalt des Standortmosaiks ist besonders hoch. Aufgrund starker morphodynamischer Prozesse (inklusive Schneeabgänge) findet sich ein Nebeneinander von zeitlich unterschiedlich entwickelter Vegetation, die oft in einem Dauerstadium verharrt. Zirbenwälder, die in den Nördlichen Kalkalpen auf alpeneinwärts gelegene Gebirgsstöcke mit kontinentaleren Klimaeinflüssen (strahlungsreichere, wolkenärmere, wärmere Sommer) begrenzt sind, konnten sich im Wettersteingebirge vereinzelt erhalten. Die Krummholzstufe ist die Zone der glazialen Kare (Schneegrenze der Würmeiszeit = 1300 m) mit zunehmender Steilheit der Hänge; nackte Wände und Schuttkegel sind schon häufig. Aber in den Wald- und besonders auch in den Latschenbeständen findet immer noch reichliche Humusbildung statt.

Die **tiefsubalpine "Fichtenwaldstufe"** (1400/1500 bis 1600/1700m) weist Jahresmitteltemperaturen von +3 bis +4°C und Julitemperaturen zwischen +11 und +12°C auf. Natürliche Fichtenwälder auf Sonderstandorten wie kaltluftführenden Blockhalden und Mooren finden wir auch in tieferer Lage.

Welche weiteren Faktoren könnten eine Rolle für die Waldgrenze spielen?

So schön solche einfachen Rahmenwerte sind, so sehr stellt sich die Frage nach ihrer tatsächlichen Signifikanz. Spielen Mittelwerte von **Klimaparametern** überhaupt die entscheidende Rolle für die Waldgrenze? Sind es nicht eher reelle Temperatur- und Witterungswerte, die über das Überleben und Wachstum entscheiden? Beispielsweise wie häufig und in welcher Intensität treten Spätfröste auf? Wie variabel ist die spätwinterliche Schneebedeckung? Wie oft ist sie deutlich länger (Folge: kurze Vegetationsperiode) oder kürzer (Folge: Frosttrocknis und Sommertrockenheit) als im langjährigen Schnitt? Wie oft tritt aussergewöhnliche Sommertrockenheit auf? Wie oft sind die Vegetationsperioden derart verkürzt, dass die Ausreifung der Gewebe unvollständig und damit unzureichend winterhart sind?

Für konkrete Waldgrenzen sind auch die **standortsklimatischen** und bodenökologischen Bedingungen von Bedeutung. So sind Rinnenstandorte für eine Gehölzbesiedlung oft ungünstiger. Zum einen bedingt die starke Schneeakkumulation Schneesetz- und –gleitbewegungen und verursachen hierdurch mechanische Schäden. Zum anderen ist die langanhaltenden hohe Luftfeuchtigkeit bei Temperaturen um 0°C ideal für pathogenen Pilzbefall. Kalkgesteine verstärken eine sommertrockenheitsbedingte Waldgrenze.

Auch die **Reliefsituation**, wie Schutthalden, Felswände und Lawinenbahnen, drückt die Waldgrenze hinab.

Die **nacheiszeitliche Einwanderungsgeschichte** bestimmt, welche Baumarten überhaupt als Waldgrenzart zur Verfügung steht.

Müssen überhaupt die Standortsqualitäten für die ausgewachsenen Bäume berücksichtigt werden? Sind die nicht die Parameter entscheidend, die Keimung und Etablierung bzw. die vegetative Vermehrung der **Jungbäume** begrenzen?

Zusätzlich hat der **Mensch** durch Abholzung für Salinen, Bergbau, Aschenbrennerei und Köhlerei die Waldgrenze stark herabgedrückt. Noch heute darf die **Beweidung** als wichtige Ursache für eine erniedrigte Waldgrenze angesehen werden.

Unter Berücksichtigung all dieser Faktoren bleibt noch die Frage offen, ob die Waldgrenzen überhaupt mit den heutigen Randbedingungen im **Gleichgewicht** stehen?

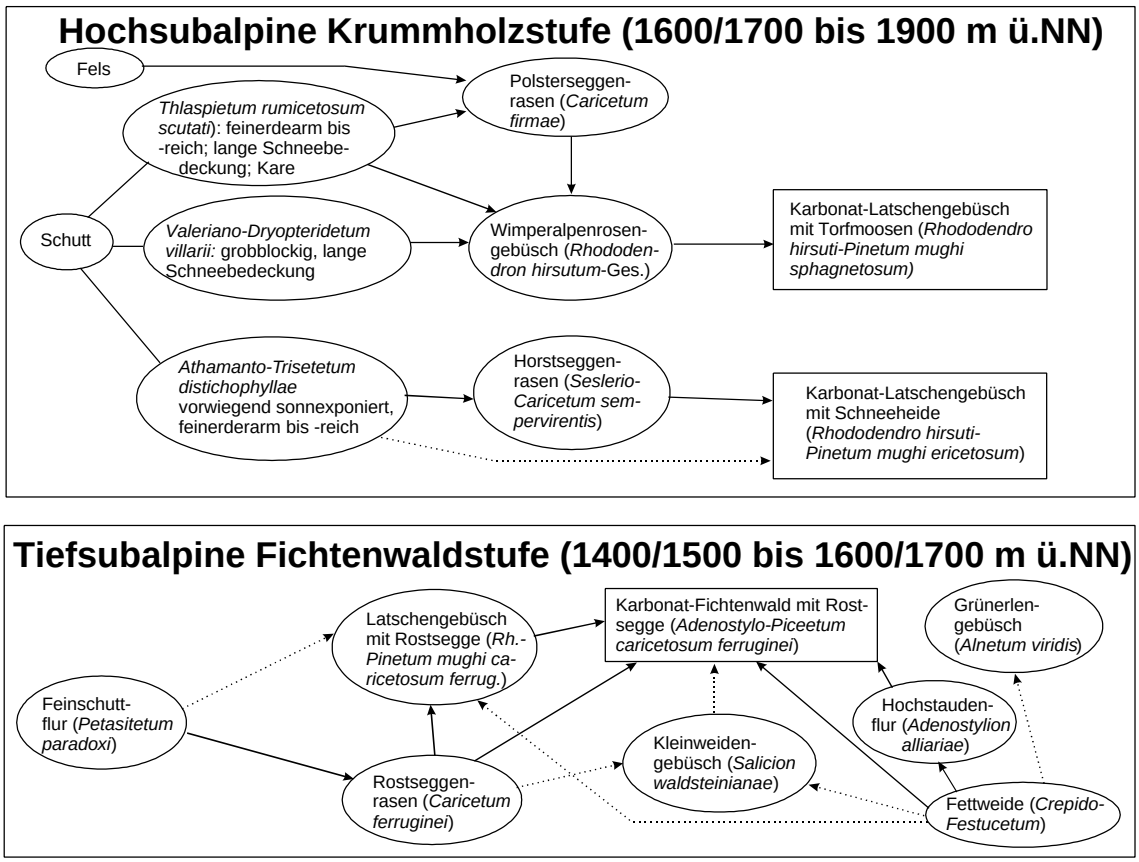


Abb. 16: Sukzessionsreihen in der hochsubalpinen und in der tiefsubalpinen Höhenstufe. Ovale: Entwicklungsstadien, Kästchen: Schlusswald.

4.2.2.2 Exkursionspunkt W2: Geologie

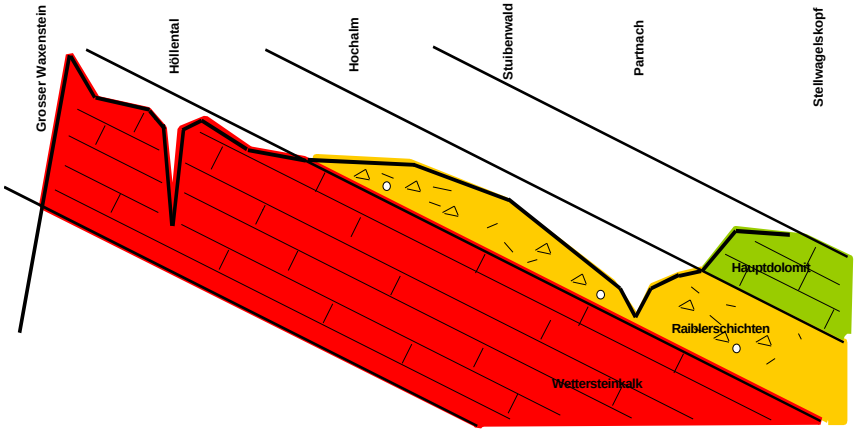
Koordinaten: R: 4429410 H: 5256405

Meereshöhe: 1695 m

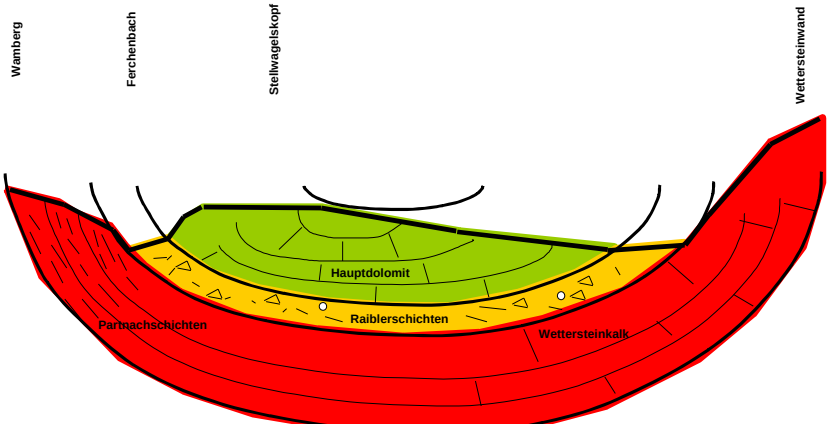
Erklärungen zur Geotektonik des Exkursionsgebietes:

- Große Wettersteinmulde der Lechtatdecke, nach Westen ausstreichend.
- Faziesunterscheidung zwischen Schwellen- und Beckenfazies.
- Reliefumkehr: Tektonischer Muldenkern wird zu topographischem Hoch.
- Staffelbruch am Südrand der Mulde.
- Ausstreichen der Mulde
- Deckenüberschiebung der Inntaldecke.
- U-Tal der Loisach mit Nunatak.
- Bei zunehemd horizontaler Lagerung bzw. geringer Verstellung der Karbonatschichten Tendenz zur Verkarstung. Zugspitzplatt und Loisachquelle.

Längsschnitt durch die Wettersteinmulde



Querschnitt durch die Wettersteinmulde



4.2.2.3 Punkt W3: Alpine Schuttflur auf Karbonat-Syrosem (*Thlaspietum rotundifolii*)

Koordinaten: R: 4429085 H: 5255405
Meereshöhe: 1880 m (hochsubalpine Stufe)
Exposition: NO
Hangneigung: 25°
Relief: konkaver Hang
Ausgangsgestein: Wettersteinkalk-Hangschutt

Boden:

Aufnahmedatum: 25.6.2001
Horizontfolge: xC/Ai/clC bis xC/Aih/clC
Bodentyp: Karbonat-Syrosem bis Syrosem-Rendzina
Humusform: „Kalkmull-ähnlich“

In beiden Fällen liegt ein „Steinpflaster“ (= xC, Vorschlag!) aus feinerde- und humusarmen (<5 Vol.%) Schutt (> 2 cm) darüber.

Die Mächtigkeit der humosen Horizonte überschreitet deutlich 2 cm und müsste dann als Ah-Horizont, das Profil als (Locker-)Rendzina bezeichnet werden. Wird der humose Horizont als nicht mineralisch angesehen, so kann der Boden auch als Skeletthumusboden bezeichnet werden.

Genetisch wird die Einwehung und anschließende Einspülung von Humus und Feinerde im Vergleich zur in situ-Bildung immer bedeutender**.** Feine Glimmer, vermutlich aus den Zentralalpen sind zu erkennen. (Zöttl 1965 a,b, Gruber 1980).

Die Genese wird zusätzlich verkompliziert aufgrund synsedimentärer Bodenbildung, d.h. das „Steinpflaster“ ist sowohl geogen durch nachträgliches Aufschütten als auch pedogen durch Auswaschung bedingt.

Relativ gute Wasserversorgung.

Analysenwerte:
Labordaten

Horizont	Tiefe	C_{org}[%]	N_t [%]	C/N		pH (H_2O)		pH ($CaCl_2$)		pH (KCl)	
Ai	2-20	15,0	0,4			7,9		7,4		7,3	
KAK (NH_4Cl)						[µmol IE]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK	BS [%]
Ai	2-20	497,3	8,9	1,1	0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	508,0	99,9
Königswasser						[mg/g]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	Zn	P	S
Ai	2-20	284,9	36,3	0,8	0,1	4,3	5,2	0,2	0,1	0,5	2,5

Vegetationsaufnahme:

Kenn- und Trennarten	bezeichnende Begleiter	Begleiter
A *Thlaspi rotundifolium* **VOK Thlaspietea rotundifolii** *Hutchinsia alpina* *Silene vulgaris ssp. glareosa* *Linaria alpina* *Arabis alpina* *Rumex scutatus* [1)]	**Rasen und Latschenbusch** *Minuartia verna* *Achillea atrata* *Phyteuma orbiculare* *Carex sempervirens* *Sesleria albicans* *Polygonum viviparum* *Biscutella laevigata* *Euphrasia salisburgensis* *Myosotis alpestris*	**Sonstige Arten** *Poa alpina* *Leontodon hispidus ssp.* *Viola biflora* *Ranunculus montanus* *Arabis pumila*

[1)] ***nach EGGENSBERGER (1994) Differentialarten für die Subassoziation rumicetosum scutati.***

Am Exkursionspunkt befinden wir uns nahe der Untergrenze der Höhenverbreitung des *Thlaspietum*. Sehr charakteristische, mit *Cerastium latifolium* versehene Täschelkrauthalden finden wir erst in der subnivalen Stufe unterhalb des Zugspitzgipfels (2500 - 2963 m), wo Fels und Trümmergestein das ganze Bild beherrschen.

Standortseinheit: Gp1 (Geröll)

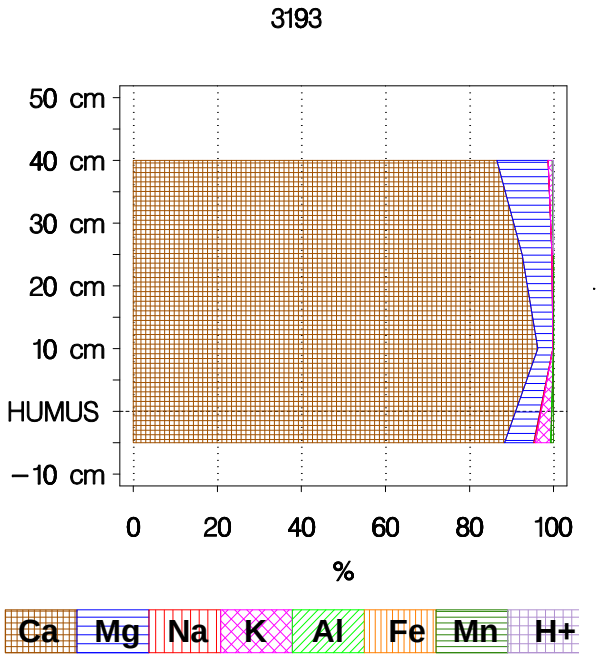
4.2.2.4 Punkt W4: Latschengebüsch auf (Tangel-)Felshumusboden (Rhododendro hirsuti – Pinetum mughi sphagnetosum)

Koordinaten: R: 4429145 H: 5255550
Meereshöhe: 1850 m (hochsubalpine Stufe)
Exposition: -
Hangneigung: -
Relief: Kuppe, ausgeprägtes Kleinrelief
Ausgangsgestein: Raiblerkalk-Blockhalde

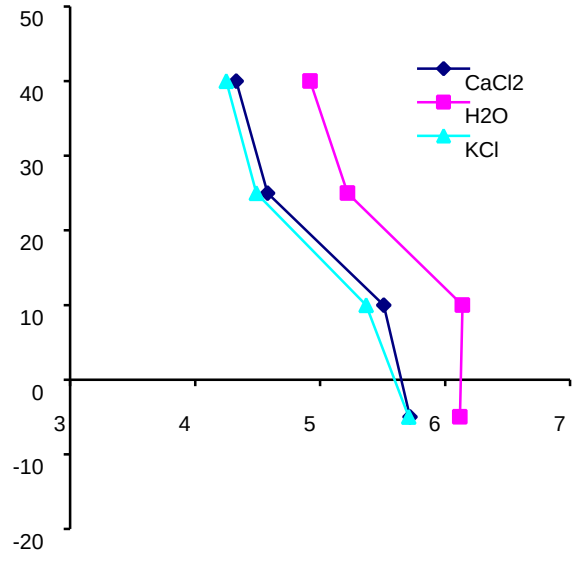
Boden
Aufnahmedatum: 25.6.2001
Horizontfolge: L/Of/Oh1/Oh2/Ovh/(T)/mC
Bodentyp: (Tangel-)Felshumusboden
Humusform: Tangelhumus

In den Rinnen deutlich mineralreicherer und flachgründigerer Humus
Oh/mC oder Ah/mC; damit wäre es ein Tangel-Felsboden oder typische Rendzina.

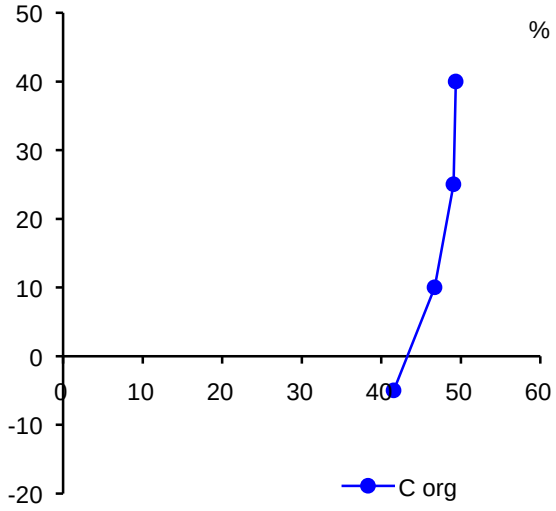
Analysenwerte:



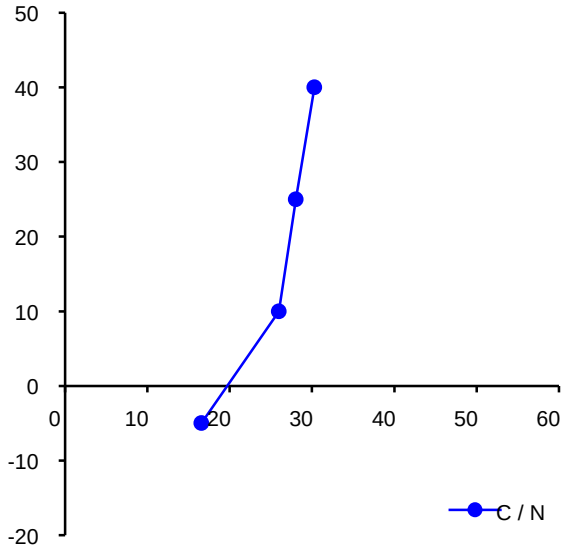
Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt



pH-Werte



C-Gehalte



C/N-Verhältnis

Labordaten

Horizont	Tiefe	C_{org}[%]	N_t [%]	C/N		pH (H_2O)		pH ($CaCl_2$)		pH (KCl)	
Oh1	+40-50	49,4	1,6	30,3		4,9		4,3		4,3	
Oh2	+20-40	49,1	1,8	28,1		5,2		4,6		4,5	
Ovh	+0-20	46,7	1,8	26,0		6,1		5,5		5,4	
zwischen den Blöcken											
Oh	0-10	41,6	2,5	16,6		6,1		5,7		5,7	

KAK (NH_4Cl)						[µmol IE]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK	BS [%]
Oh1	+40-50	543,5	76,4	5,9	0,2	0,7	0,0	0,3	1,1	628,0	99,7
Oh2	+20-40	783,4	60,2	2,7	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	846,7	99,9
Ovh	+0-20	1082,1	40,2	1,5	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	1124,0	100,0
zwischen den Blöcken											
Oh	0-10	547,4	43,0	22,4	2,2	0,9	0,0	3,7	0,0	619,3	99,3

Königswasser						[mg/g]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	Zn	P	S
Oh1	+40-50	20,9	2,2	0,6	0,1	2,6	2,3	0,0	0,1	0,6	1,9
Oh2	+20-40	30,8	1,1	0,4	0,1	3,3	2,7	0,0	0,0	0,5	2,0
Ovh	+0-20	56,0	0,9	0,4	0,1	4,4	3,2	0,0	0,1	0,7	2,4
zwischen den Blöcken											
Oh	0-10	21,1	2,3	2,2	0,2	9,1	9,3	0,6	0,3	1,1	3,2

Vegetationsaufnahme:

Strauchschicht:

Pinus mugo

Bodenvegetation:

Kenn- und Trennarten	wichtige ökologische Artengruppen	Begleiter
DA *Rhododendron hirsutum* *Rosa pendulina* *Sorbus chamaemespilus* **d Subass. sphagnetosum,** **UV Rhod.-Vaccinienion** *Rhododendron x intermedium* *Rhododendron ferrugineum* *Juniperus sibirica* *Gentiana pannonica* *Sphagnum div. spec.* **VOK Vaccinio-Piceetea** *Calamagrostis villosa* *Homogyne alpina* *Vaccinium myrtillus* *Ptilium crista-castrensis* *Huperzia selago* *Lycopodium annotinum* *Barbilophozia lycopodioides* *Vaccinium vitis-idaea* *Pleurozium schreberi*	**Kalkfels- und Schuttbesiedler** *Asplenium viride* *Erica carnea* *Hieracium bifidum* *Valeriana montana*	**Sonstige Arten** *Hieracium murorum* *Rhytidiadelphus triquetrus* *Thuidium tamariscinum* *Dicranum scoparium* *Ligusticum mutellina*

Waldgesellschaft: Rhododendro hirsuti – Pinetum mughi sphagnetosum

Standortseinheit: kk3 (Frisches Latschengebüsch)

4.2.2.5 Punkt W5: Polsterseggenrasen auf Syrosem-Rendzina (Caricetum firmae)

Koordinaten: R: 4429485 H: 5255360
Meereshöhe: 1820 m (hochsubalpine Stufe)
Exposition: NNO
Hangneigung: 30°
Relief: Übergang von konvexem zu konkavem Hang
Ausgangsgestein: Wettersteinkalk-Hangschutt

Boden

Aufnahmedatum: 25.6.2001
Horizontfolge: Oh/clC bis lC/Aih/clC
Bodentyp: (Polster-)Rendzina bis Syrosem-Rendzina
Humusform: Moder („Pechhumus“)

Es ist typisch, dass die Polsterrendzina nicht flächendeckend vorkommt.
Übergang zu geschlossenen Rasen ist fließend.

Analysenwerte:

Labordaten

Horizont	Tiefe	C_{org}[%]	N_t [%]	C/N		pH (H_2O)		pH ($CaCl_2$)		pH (KCl)	
Oh	+10-0	32,8	2,5	13,0		7,4		7,1		6,9	
KAK (NH_4Cl)						[µmol IE]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK	BS [%]
Oh	+10-0	887,1	33,1	2,2	0,2	0,2	0,0	0,4	0,0	923,3	100,0
Königswasser						[mg/g]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	Zn	P	S
Oh	+10-0	49,4	4,4	2,4	0,2	19,6	16,6	0,9	0,3	2,1	3,9

Vegetationsaufnahme:

Kenn- und Trennarten	bezeichnende Begleiter [1)]	wichtige ökologische Artengruppen	Begleiter
A, DA *Carex firma* *Saxifraga caesia* **VOK Seslerietea** *Festuca quadriflora* *Silene acaulis ssp. longiscápa* *Polygonum viviparum* *Ranunculus alpestris* *Gentiana clusii* *Pedicularis rostratocapitáta* *Selaginella selaginoides* *Dryas octopetala* *Primula auricula*	**Latschenbusch** *Rhododendron hirsutum* *Arctostaphylos alpina* **VOK Vaccinio-Piceetea** *Huperzia selago*	**Kalkfels- und Schuttbesiedler** *Valeriana saxatilis* *Leontodon montanus*	**Sonstige Arten** *Tofieldia calyculata* *Parnassia palustris*

[1)] nach EGGENSBERGER (1994) Differentialarten für die Subassoziation *rhodothamnetosum chamaecisti*, Variante von *Huperzia selago*.

Anmerkung:

Polsterseggenrasen sind in den Kalkalpen schwerpunktmäßig in der Oberen alpinen Stufe, v.a. in Nordexposition, verbreitet. Am Zugspitzplatt finden sich Polsterseggenrasen hinauf bis zur Schneegrenze (bei ca. 2500 m). Am Exkursionspunkt befinden wir uns nahe der Untergrenze der Höhenverbreitung des *Caricetum firmae*. Es handelt sich hier um eine zum Latschenbusch tendierende Ausbildung. Vor allem eine Variante mit *Huperzia selago* und *Arctostaphylos alpinus* kennzeichnet Reifestadien des *Caricetum firmae*, "das entweder selbst zum Aufbau einer ± dicken Humusschicht beitrug oder sekundär alte, von Latschenbeständen gebildete Tangelhumusreste besiedelt" (EGGENSBERGER 1994, S. 127).

Standortseinheit: c.f. kp1 (Trockener Karbonat-Lahner)

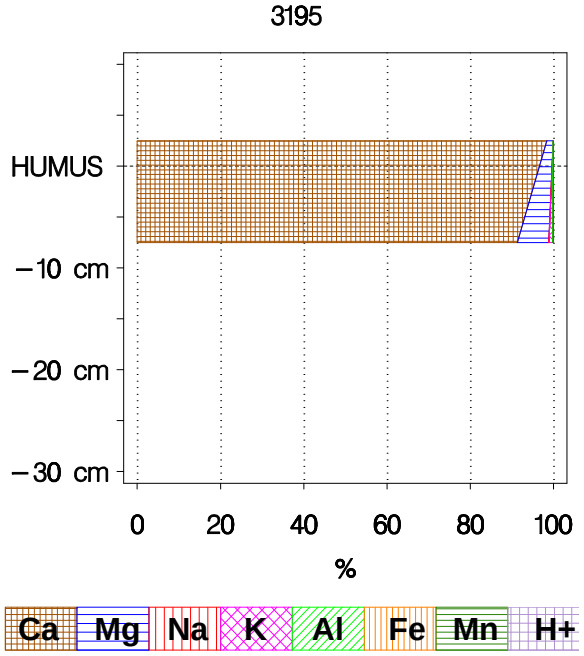
4.2.2.6 Punkt W6: Blaugras-Horstseggenrasen auf (Mull-)Rendzina (Seslerio-Caricetum sempervirentis)

Koordinaten: R: 4429595 H: 5255460
Meereshöhe: 1700 m (hochsubalpine Stufe)
Exposition: NO
Hangneigung: 35°
Relief: gestreckter Hang
Ausgangsgestein: Wettersteinkalk-Hangschutt

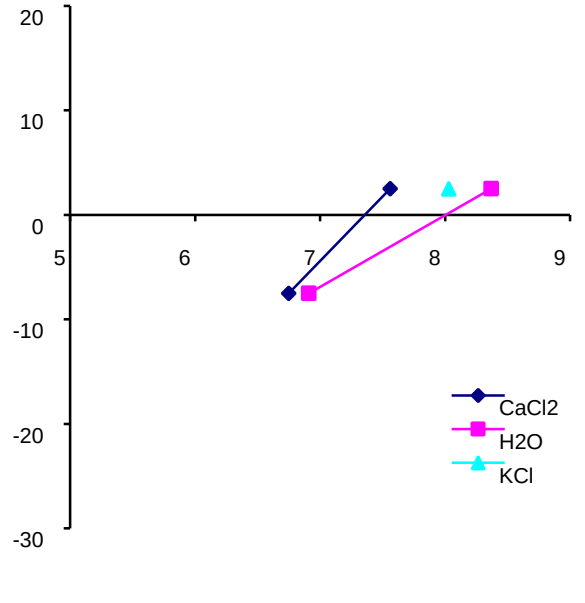
Boden

Aufnahmedatum: 25.6.2001
Horizontfolge: Ah/Ah-lC/cC
Bodentyp: Rendzina
Humusform: Mull

Analysenwerte:



Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt)



pH-Werte

Labordaten

Horizont	Tiefe	C_{org}[%]	N_t [%]	C/N		pH (H_2O)		pH ($CaCl_2$)		pH (KCl)	
Ah (Oh)	0-15	29,1	1,9	15,3		6,9		6,8		n.b.	
Ah-lC	15-20	12,3	0,1			8,4		7,6		8,0	
KAK (NH_4Cl)						[µmol IE]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK	BS [%]
Ah (Oh)	0-15	685,6	56,4	6,9	0,5	0,2	0,0	1,4	0,0	751,0	99,8
Ah-lC	15-20	177,0	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	180,0	99,9
Königswasser						[mg/g]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	Zn	P	S
Ah (Oh)	0-15	95,0	15,9	2,8	0,2	16,2	13,2	0,7	0,3	1,3	3,4
Ah-lC	15-20	341,2	16,4	0,3	0,1	1,4	1,0	0,1	0,0	0,1	2,4

Vegetationsaufnahme:

Kenn- und Trennarten	**bezeichnende Begleiter** [1)]	**wichtige ökologische Artengruppen**	**Begleiter**
VOK Seslerietea *Carex sempervirens* *Sesleria varia* *Dryas octopetala* *Anthyllis alpestris* *Polygonum viviparum* *Scabiosa lucida* *Globularia nudicaulis* *Biscutella laevigata* *Phyteuma orbiculare* *Ranunculus alpestris* *Festuca quadriflora* *Selaginella selaginoides* *Heliathemum grandiflorum* *Bartsia alpina* *Carduus defloratus* *Carex ferruginea* *Lotus alpinus*	**Latschenbusch** *Pinus mugo* *Rhododendron hirsutum* *Erica herbacea* *Polygala chamaebuxus* *Daphne striata* *Salix waldsteiniana* **VOK Vaccinio-Piceetea** *Homogyne alpina* *Huperzia selago*	**Kalkfels- und Schuttbesiedler** *Valeriana saxatilis* *Rumex scutatus* *Silene vulgaris ssp. glareosa* *Athamanta cretensis*	**Sonstige Arten** *Ligusticum mutellina* *Linum catharticum* *Campanula scheuchzeri* *Tofieldia calyculata* *Euphrasia picta* *Parnassia palustris* *Viola biflora* *Alchemilla conj. plicatula* *Gymnadenia odoratissima* *Ranunculus montanus*

[1)] *nach EGGENSBERGER (1994) Differentialarten für die Subassoziation ericetosum herbaceae, Variante von Huperzia selago.*

Anmerkung:

Blaugras-Horstseggenrasen sind in den Kalkalpen schwerpunktmäßig in der Unteren alpinen Stufe in den Nördlichen Kalkalpen verbreitet bzw. sind v.a. in Südexposition ausgebildet. Am Exkursionspunkt in Nordostexposition, daher weniger blütenreich und in Überleitung zum Rostseggenrasen (*Caricetum ferruginei*). Ruhende und dichte geschlossene Rasen wie am Exkursionspunkt wachsen auf Mullrendzina.

Standortseinheit: kp1 (Trockener Karbonat-Lahner)

4.2.2.7 Punkt W7: Karbonatblock-Fichtenwald auf (Karbonat)Skeletthumusboden (Adenostylo glabrae Piceetum lycopodietosum)

Koordinaten: R: 4430165 H: 5255515
Meereshöhe: 1520 m (tiefsubalpine Stufe)
Exposition: ONO
Hangneigung: -
Relief: Blockanhäufung in Mulde, ausgeprägtes Kleinrelief
Ausgangsgestein: Wettersteinkalk- oder Raiblerkalk-Blockhalde

Boden:

Aufnahmedatum: 25.6.2001
Horizontfolge: L/Of/Oh/mC bis L/Of/Oh/xC+Oh/lC
Bodentyp: Karbonat- Felshumus bis -Skeletthumusboden
Humusform: Moder- bis Tangelhumus

Analysenwerte:

Labordaten

Horizont	Tiefe	C_{org}[%]	N_t [%]	C/N		pH (H_2O)		pH ($CaCl_2$)		pH (KCl)	
Oh	20-0	50,7	2,3	22,1		4,0		3,2		3,1	
KAK (NH_4Cl)						[µmol IE]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK	BS [%]
Oh	20-0	365,3	28,2	8,8	1,0	5,3	1,0	0,2	35,7	445,3	90,5
Königswasser						[mg/g]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	Zn	P	S
Oh	20-0	9,7	0,5	0,6	0,1	2,2	2,0	0,0	0,1	0,7	2,7

Vegetationsaufnahme:

Baumschicht:

Picea abies (dominant) *Pinus cembra* (Einzelstamm)

Strauchschicht:

Picea abies *Sorbus aucuparia*
Pinus mugo *Betula carpatica*
Salix appendiculata *Alnus viridis*

Bodenvegetation:

Kenn- und Trennarten	bezeichnende Begleiter	wichtige ökologische Artengruppen	Begleiter
d Subass. lycopodietosum *Cystopteris montana* *Cystopteris regia* *Lonicera nigra* *Plagiochila asplenioides* *Mnium stellare* *Clematis alpina* **VOK Vaccinio-Piceetea** *Calamagrostis villosa* *Luzula luzulina* *Sphagnum quinquefarium* *Vaccinium myrtillus* *Vaccinium vitis-idaea* *Lycopodium annotinum* *Moneses uniflora* *Orthilia secunda* *Melampyrum svlvaticum* *Huperzia selago* *Hylocomium umbratum* *Barbilophozia lycopodioides* *Mylia taylori* *Peltigera leucophlebia* *Cetraria islandica* *Pleurozium schreberi*	**VOK Querco-Fagetea** *Acer pseudoplatanus* *Veronica urticifolia* **VOK Betulo-Adenostyletea** *Adenostyles alliariae* *Saxifraga rotundifolia* *Streptopus amplexifolius* *Heracleum sphondylium ssp. elegans* *Cicerbita alpina* *Veratrum album* **Rasen und Latschenbusch** *Rhododendron ferrugineum* *Hieracium bifidum* *Soldanella alpina*	**Kalkfels- und -Schuttbesiedler** *Asplenium viride* *Gymnocarpium robertianum* *Ctenidium molluscum* *Orthothecium rufescens* *Moehringia muscosa* *Cardaminopsis arenosa ssp. borbasii* *Heliosperma quadridentatum* *Polystichum lonchitis* **Kryptogamen des Auflagehumus** *Dicranodontion denudatum* *Bazzania tricrenata* *Rhytidiadelphus triquetrus* **Säurezeiger** *Polytrichum formosum* *Dicranum scoparium* *Hylocomium splendens*	**Sonstige Arten** *Sorbus aucuparia* *Oxalis acetosella* *Gymnocarpium dryopteris* *Solidago virgaurea* *Carex ferruginea* *Thalictrum aquilegiifolium* *Hieracium sylvaticum* *Viola biflora* *Rubus saxatilis* *Calamagrostis varia* *Thelypteris phegopteris* *Camapanula scheuchzeri* *Dryopteris dilatata*

Waldgesellschaft: Adenostylo glabrae-Piceetum lycopodietosum

Standortseinheit: Tf3 mit Blocksignatur (Block-Fichtenwald)

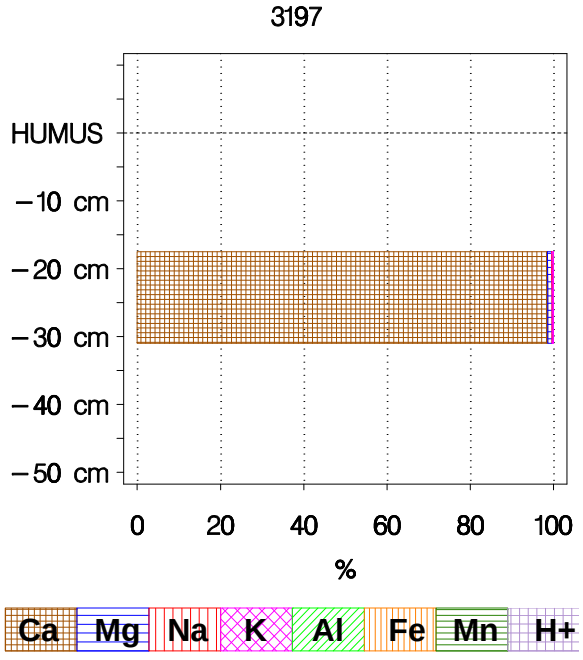
4.2.2.8 Punkt W8: Tiefsubalpiner Karbonat-Fichtenwald auf Rendzina und (Karbonat-)Felshumusboden (Adenostylo glabrae-Piceetum caricetosum ferruginei)

Koordinaten: R:4430250 H:5255730
Meereshöhe: 1520 m (tiefsubalpine Stufe)
Exposition: OSO
Hangneigung: 30°
Relief: gestreckter Hang, leicht kuppiert
Ausgangsgestein: Moräne über Raiblerkalken

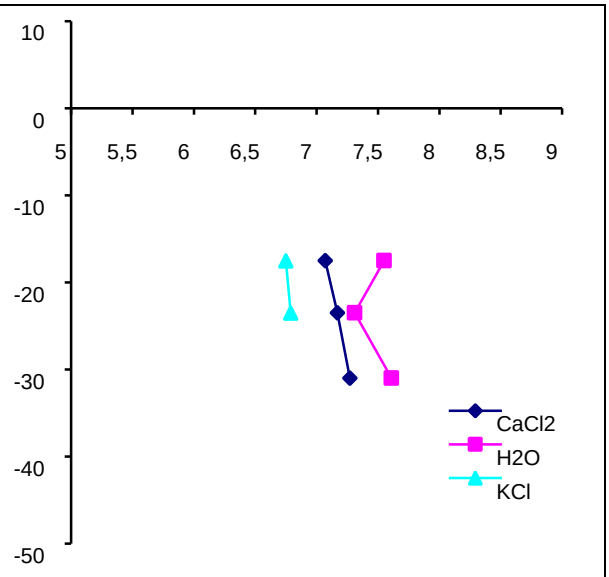
Boden:

Aufnahmedatum: 25.6.2001
Horizontfolge: L/Of/Ah/Ah-lC,T-Bv/rAh/rT/cC und L/Of/Oh/mC
Bodentyp: (Lehm-)Rendzina und (Karbonat-)Felshumusboden
Humusform: F-Mull und Moder (Tangel)

Analysenwerte:



Zusammensetzung des Austauscherkomplexes (NH_4Cl-Extrakt)



pH-Werte

Labordaten

Horizont	Tiefe	C_{org}[%]	N_t [%]	C/N		pH (H_2O)		pH ($CaCl_2$)		pH (KCl)	
Ah	0-15	13,7	0,9	14,6		n.b.		n.b.		n.b.	
T-Bv	15-20	5,2	0,5			7,6		7,1		6,8	
rAh	20-27	9,2	0,7	13,0		7,3		7,2		6,8	
rT	27-35	6,9	0,5			7,6		7,3		n.b.	

KAK (NH_4Cl)						[µmol IE]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK	BS [%]
Ah	0-15	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
T-Bv	15-20	401,6	3,9	1,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	407,3	100,0
rAh	20-27	459,9	5,1	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	466,3	100,0
rT	27-35	395,3	4,2	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	400,7	100,0

Königswasser						[mg/g]					
Horizont	Tiefe	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	Zn	P	S
Ah	0-15	16,8	5,9	4,2	0,2	40,7	38,2	1,7	0,5	0,9	1,2
T-Bv	15-20	18,9	7,8	4,9	0,2	53,3	51,0	2,0	0,6	0,8	0,7
rAh	20-27	28,4	6,7	4,4	0,2	45,0	42,0	1,8	0,6	1,0	1,1
rT	27-35	45,3	7,1	5,2	0,3	44,8	42,3	1,8	0,5	1,0	1,0

Vegetationsaufnahme:

Baumschicht:

Picea abies

Bodenvegetation:

Kenn- und Trennarten	soziologisch bezeichnende Begleiter	wichtige ökologische Artengruppen	Begleiter
d Subass. caricetosum ferruginei *Carex ferruginea* *Trollius europaeus* *Astrantia major* *Gentiana asclepiadea* *Crepis paludosa* *Deschampsia cespitosa* **VOK Vaccinio-Piceetea** *Homogyne alpina* *Luzula luzulina* *Vaccinium myrtillus* *Lycopodium annotinum* *Melampyrum svlvaticum* *Huperzia selago* *Barbilophozia lycopodioides* *Rhytidiadelphus loreus* *Pleurozium schreberi* *Ptilium crista-castrensis*	**VOK Querco-Fagetea** *Aposeris foetida* *Mercurialis perennis* *Lilium martagon* *Primula elatior* *Acer pseudoplatanus* *Lamium galeobdolon* *Paris quadrifolia* *Aconitum vulparia* *Phyteuma spicatum* *Daphne mezereum* *Carex sylvatica* *Veronica urticifolia* *Carex digitata* *Dryopteris filix-mas* *Ranunculus serpens* *Sanicula europaea* **VOK Betulo-Adenostyletea** *Chaerophyllum villarsii* *Adenostyles alliariae* *Saxifraga rotundifolia* *Geranium sylvaticum* **Rasen und Latschenbusch** *Campanula scheuchzeri* *Soldanella alpina* *Alchemilla pallens* *Potentilla erecta* *Hieracium bifidum* *Hypericum maculatum* *Aster bellidiastrum*	**Kalkfels- und Schuttbesiedler** *Asplenium viride* *Polystichum lonchitis* *Valeriana montana* **Kryptogamen des Auflagehumus** *Rhytidiadelphus triquetrus* **Säurezeiger** *Dicranum scoparium* *Hylocomium splendens*	**Sonstige Arten** *Solidago virgaurea* *Chaerophyllum hirstum* *Oxalis acetosella* *Viola biflora* *Clematis alpina* *Polygonatum verticillatum* *Petasites albus* *Maianthemum bifolium* *Fragaria vesca* *Thuidium tamariscinum* *Dactylorhiza maculata* *Ajuga reptans*

Waldgesellschaft: Adenostylo glabrae-Piceetum caricetosum ferruginei

Standortseinheit: kF3 (Mäßig frischer subalpiner Karbonat-Fichtenwald)

4.2.3 Literatur

AUERSWALD,K.;A.Scheinost 1993: Steinschuttbeeinflußte Böden in den Alpen. Mitteilgn.Dt.Bodenkundl.Gesellsch.,72,S.833-834.
EGGENSBERGER, P. (1994): Die Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe der Ammergauer Alpen und ihre Stellung in den Ostalpen. Ber. Bayer. Bot. Ges., Beiheft 8: 1 -239, München.
GRADMANN, R. (1931): Süddeutschland 2: Die einzelnen Landschaften. Stuttgart: 553 S.
GRUBER, F. 1980: Die Verstaubung der Hochgebirgsböden im Glocknergebiet. Veröffentlichungen des Österreichischen MAB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern Band3.
RINGLER, A. (1992): Der Naturschutzbeitrag der Almwirtschaft im Spannungsfeld mit landeskulturellen Zielen. LANDWIRTSCHAFTL. JAHRB. 69. JAHRG., HEFT 2: 203 - 233.
ZÖTTL, H. 1965 a: Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe; I. Profimorphologie. Z.Pflanzenernähr.,Düngg.,Bodenk.,Bd.110,S.109-114.
ZÖTTL, H. 1965 b: Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe; II.Chemisch-biologische Dynamik. Z.Pflanzenernähr.,Düngg.,Bodenk.,Bd.110,S.115-127.

4.3 Exkursion 3: Reitgras-Kiefernwälder im Loisachtal

W. LORENZ

Auf der Grundlage eines Exkursionsführers im Rahmen der 46. Jahrestagung der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft 1996 (N. HÖLZEL und A. FISCHER)

4.3.1 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 am reichsten ausgestatteten Bestände finden sich am Südabfall des Ammergebirges im oberen Loisachtal westlich von Garmisch. Ziel der Exkursion ist der Ofenberg bei Griesen, einem bayernweit herausragenden Beispiel eines Reitgras-Kiefernwaldkomplexes.

4.3.2 Klima

Die Talräume des Werdenfelser Landes (Station Garmisch-Partenkirchen) heben sich mit einem Jahresniederschlag von 1356 mm als relative Trockeninsel deutlich vom übrigen bayerischen Alpenraum ab. Begründet sind die für randalpische Verhältnisse unterdurchschnittlichen Niederschläge vor allem in der Abkammerung der großen Talzüge des Werdenfelser Landes durch die über 2000 m anfragenden 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 Seefelder Sattels in den Nordalpenraum übertreten. Diese Föhnwinde setzen die Vegetation besonders im Frühjahr und Herbst auf exportierten Prallhängen infolge hoher Sättigungsdefizite und starker Ventilation unter einen erheblichen Verdunstungsstress. Besonders intensiv ist dieser Verdunstungsstress bei Föhnlagen im zeitigen Frühjahr, wenn Boden und Stamm der Bäume noch durchgefroren sind, im Kronenbereich aber tagsüber 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 der Buntreitgras-Kiefernwälder zu bevorzugten Wintereinstandsgebieten des Schalenwilds, woraus ein überproportional hoher winterlicher Verbissdruck resultiert.

4.3.3 Geologie und Geomorphologie der Buntreitgras-Kiefernwaldstandorte

Erico-Pinion-Wälder zeigen in Bayern wie im gesamten Alpenraum eine besonders enge Bindung an Dolomitgesteine und deren Verwitterungs- und Umlagerungsprodukte. Dies liegt vor allem in deren im Vergleich zu Hartkalken noch ungünstigeren chemischen und physikalischen Eigenschaften begründet. Am Ofenberg bildet Hauptdolomit das Ausgangsgestein. Der Hauptdolomit ist ein sehr sprödes, gegenüber physikalischer Verwitterung anfälliges Gestein, das sich aus unre-

gelmäßigen, mit Calcit verkitteten Bruchstücken zusammensetzt. Bei der Verwitterung zerfällt es entlang dieser Bruchstellen und bildet den typischen, eckigen Dolomitgrus oder -gries (vgl. z.B. Friedergries).

Gegenüber Lösungsverwitterung ist der Dolomit im Vergleich zu reinen Kalken resistenter, was u.a. daran deutlich wird, dass kaum Verkarstungserscheinungen auftreten und meist nur wenig Verlehmungsprodukte freigesetzt werden. Die regelmäßige Einschaltung von tonreichen Zwischenlagen und die geringe Verkarstungsfähigkeit bedingen generell, dass der Hauptdolomit, abseits von Störungs- und Kluftzonen, nur in sehr geringem Maße Wasser aufnehmen und speichern kann. 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* mit *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 Standorttypen:

- sonnseitige, föhnexponierte, häufig felsdurchragte Dolomitsteilhänge (z.B. Ofenberg)
- sonnseitige Dolomitschuttfächer mit ausgeprägter Morphodynamik (z.B. Friedergries)
- grobkörnige Kalk-Schotterterrassen der Alpenflüsse (z.B. Isar-, Lech- und Loisach-Auen)

Während die steilen Südhänge weitgehend stabile Standorte bieten, stellen sowohl Auen- als auch Gries-Standorte ausgesprochen dynamische Lebensräume dar, auf denen *Erico-Pinion*-Phytocoenosen nur Durchgangsstadien der Vegetationsentwicklung darstellen.

4.3.4 Böden

Das Spektrum der Böden unter Buntreitgras-Kiefernwäldern reicht von Fels- und Lockersyrosemen über steinige, m.o.w. humusreiche Rendzinen bis hin zu bereits stärker verlehmten Rendzinen und Terra fusca-Vorstufen. Als Humusformen dominieren Mull und schwacher Rendzina-Moder. Zur Ausbildung stärker saurer Humusauflagen kommt es fast ausschließlich im Bereich extrem feinerdearmer Grobschotter-Standorte in ebener Lage. Aufgrund ihrer ungünstigen chemischen und physikalischen Eigenschaften sind Böden aus Hauptdolomit insbesondere in relativ unreifen Phasen der Bodenentwicklung ausgeprägte Trocken- und Magerstandorte.

4.3.5 Vegetationsgeschichte und traditionelle Nutzung

Buntreitgras-Kiefernwälder können als Relikte von Kiefernwäldern gelten, die während des Spätglazials und im Präboreal die Wiederbewaldung des Al-

penraumes einleiteten (sog. Reliktföhrenwälder). Im weiteren Verlauf des Holozäns konnten sich primäre Relikt-Kiefernwälder und ihre heliophilen Begleiter nur auf ausgesprochenen Trockenstandorten und im Bereich morphodynamischer Aktivitätszonen gegenüber dem Konkurrenzdruck anderer Waldgesellschaften bzw. deren Arten behaupten.

Eine indirekte Förderung erfuhren die Kiefernwald-Phytocoenosen mit Einsetzen einer verstärkten menschlichen Nutzung im Nordalpenraum, insbesondere seit der bajuwarischen Landnahme im frühen Mittelalter. Durch standorts- und vegetationsdegradierende Nutzungen wie Kahlschlag, Brandrodung, Streunutzung und vor allem Waldweide wurden in der Folge Reitgras-Kiefernwälder auf Kosten bodentrockener Bergmischwälder konserviert und haben darüber hinaus einen erheblichen Flächenzuwachs erfahren. Der selektive Verbiss v.a. der Laubholz-Verjüngung bewirkt eine allmähliche, fortschreitende Verlichtung der Wälder und eine indirekte Förderung der Kiefer. Daneben mögen auch gezielte Weidepflegemaßnahmen (z.B. selektives Ausschlagen oder Ringeln von stark schattenden Bäumen zur Förderung des Graswuchses, Brennen) mehr oder weniger starken Einfluss auf die Ausbreitung sekundärer Kiefernwald-Phytocoenosen gehabt haben. Für nahezu alle Reitgras-Kiefernwälder des Werdenfelser Landes ist mit ehemaliger Waldweide-Nutzung zu rechnen. Belege hierfür liefern neben standörtlichen, vegetationskundlichen und strukturellen Merkmalen alte, teilweise heute noch gültige, aber größtenteils nicht mehr ausgeübte und zunehmend bereinigte Waldweiderechte (z.B. Schafweide-Rechte am Griesberg). Mittlerweile wurden diese traditionellen Nutzungsformen fast überall eingestellt. Eine Rückentwicklung dieser Sekundärbestände zu Bergmischwäldem scheitert heute vielerorts am dichten Streufilz der Gräser und am Wildverbiss, der eine erfolgreiche Gehölz-Regeneration fast vollständig vereitelt.

Am Ofenberg erfolgt zumindest am Hangfuß noch sporadische Beweidung mit Rindern, die von der am Südfuß vorgelagerten Viehweide gelegentlich ein Stück weit die Hänge hinaufwandern.

4.3.6 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 diesen Arten, 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, 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 Streuwiesen-Arten 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 Bayern stoßen.

Der Reichtum des Werdenfelser Landes an thermophilen Arten ist nicht nur auf eine deutliche klimatische Begünstigung zurückzuführen; ebenso bedeutsam für das Vorkommen vieler der oben genannten Arten sind die geographischen Lagebeziehungen zu Nachbarräumen mit reicher Wärmeflora und das Vorhandensein meridional durchgängiger Vernetzungsstrukturen, die diesen Arten als Wanderwegen dienten. 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 die südwestlich verbreitete *Luzula nivea* genommen, die in Bayern gleichfalls nur im Werdenfelser Land anzutreffen ist. Dagegen sind beispielsweise *Asperula tinctoria* und *Daphne cneorum* nach dem Rückschmelzen des Eises im Postglazial offenbar von Norden her über das Loisach- und Isartal ins Werdenfelser Land vorgerückt, da diese Arten im südlich angrenzenden Tiroler Oberinntal vollständig fehlen. Dem als besonders ausbreitungs-untüchtige, konkurrenzschwache Reliktart geltenden Heideröschen. *Daphne cneorum* ist es einzig auf den Schottern des Isartales gelungen, in den Bayerischen Alpenraum bis Mittenwald vorzudringen.

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 auftritt.

4.3.7 Pflanzengesellschaften

4.3.7.1 Buntreitgras-Kiefernwälder

Die Buntreitgras-Kiefernwälder des Werdenfelser Landes sind dem *Calamagrostio-Pinetum silvestris* zuzuordnen, das in den niederschlagsreichen, subozeanisch getönten nördlichen Randalpen das zentralalpische *Erico-Pinetum silvestris* ersetzt. Hervorragende Beispiele finden sich im Umfeld des Exkursionsgebietes sowohl im Bereich sonnseitiger, föhnexponierter Dolomitsteilhänge (gesamter Südabfall des Ammergebirges vom Ofenberg bis zum Kramer), als auch auf den Dolomitschuttfächem des nahegelegenen Friedergrieses und den alluvialen Schotterterrassen der Loisach.

In der Baumschicht dominiert i.d.R. alleine die Waldkiefer, auf morphodynamischen Standorten (Schuttfächer oder Alluvionen) z.T. auch die Spirke, d.h. die aufrecht wachsende Formen der Bergkiefer *(Pinus mugo* agg.). Als Mischbaumarten sind regelmäßig

Mehlbeere und Fichte, seltener auch Berg-Ahorn und baumförmige Wacholder zu finden.

Eine Strauchschicht aus thermophilen Sträuchern und Kiefern-Jungwuchs gelangt insbesondere in Hanglagen aufgrund des massiven Wildverbisses derzeit kaum zu stärkerer Entwicklung. Als zwergwüchsige Verbissformen sind aber regelmäßig *Amelanchier ovalis, Sorbus aria, Frangula alnus, Cotoneaster tomentosus, Berberis vulgaris, Viburnum lantana, Coronilla emerus* und *Rhamnus saxatilis* anzutreffen.

In der Krautschicht 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 Art nur eine untergeordnete Rolle. Unter den bestandsbildenden Seggen und Gräsern dominieren auf trockenflachgründigen Standorten in der Regel *Carex humilis, Sesleria albicans* und *Carex sempervirens,* während auf etwas frischeren Standorten Hochgräser wie *Calamagrostis varia, Molinia caerulea* agg. und *Brachypodium rupestre* mengenmäßig stärker in den Vordergrund treten.

Gegenüber den zonalen, von Fichte, Tanne, Buche und Berg-Ahom aufgebauten Bergmischwäldern der *Fagetalia,* die in den Bayerischen Alpen großflächig auf Karbonat-Standorten in der montanen Stufe dominieren, differenzieren neben hochsteten Kennarten der Buntreitgras-Kiefernwälder wie *Erica herbacea, Polygala chamaebuxus, Epipactis atrorubens, Buphthalmum salicifolium, Viola collina* u.a. vor allem zahlreiche heliophile Begleiter aus Halbtrockenrasen, alpiden Kalkrasen und thermophilen Saumgesellschaften, darunter z.B. *Anthericum ramosum, Polygonatum odoratum, Prunella grandiflora, Carduus defloratus* und *Lotus corniculatus.*

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 Differentialarten 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 Nährstoff-Haushalt der Standorte zum Ausdruck kommen.

Dabei lassen sich für Hangstandorte folgende Subassoziationen unterscheiden: Die Subassoziation mit *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 Kalk-Felsspalten-Gesellschaften wie *Potentilla caulescens, Hieracium glaucum, Rhamnus pumila, Carex mucro-*

nata und *Kernera saxatilis,* während einige mesophilere Arten wie *Galium boreale* und *Brachypodium rupestre* 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 Lückenpioniere wie *Leontodon incanus, Dorycnium germanicum, Coronilla vaginalis und Linum catharticum* anzutreffen sind. Bei stärkerer Beweidung und damit einhergehender Schwächung hochwüchsiger Bestandsbildner vermag diese Subassoziation auch auf weniger steile und primär tiefgründigere Standorte überzugreifen. In dieser Weidenutzungsform mit *Briza media* finden sich typischerweise zahlreiche Beweidungszeiger (z. B. *Plantago lanceolata* und *P. media)* sowie weitere mittelbar durch die Beweidung geförderte *Festuco-Brometea*-Arten. Aufgrund der durch die Beweidung geschaffenen kleinstandörtlichen Vielfalt zeichnen sich derartige Weide-Kiefernwälder, wie sie rezent noch recht ausgedehnt im Hangfußbereich des Ofenberges anzutreffen sind, oft durch einen bemerkenswerten Artenreichtum **(>**80 Arten pro Veg.-Aufnahme!) aus.
Vergleichsweise frische und reife Standorte besiedelt die Subassoziation von *Knautia dipsacifolia,* der die Flachgründigkeitszeiger der Subassoziation mit *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 Laubwald-Arten. Zu maximaler Entfaltung gelangen die Hochgräser in der *Molinia*-Fazies der Subass. von *Knautia dipsacifolia,* die vorzugsweise auf periodisch sickerfeuchten, konkaven Hängen oder auf stärker tonhaltigen Dolomitgesteinen zu finden ist. Die Bestände der Subass. von *Knautia dipsacifolia* sind häufig sekundärer Natur und durch anthropo-zoogene Nutzungseinflüsse entstanden! Ihre Weiterentwicklung zu bodentrockenen, seggenreichen Bergmischwäldem scheitert nach der Nutzungsaufgabe heute i.d.R. am dichten Streufilz der Hochgräser und am massiven Wildverbiß.

Auf Auen- und Gries-Standorten lassen sich analog zur Assoziations-Gliederung auf Hangstandorten eine Subassoziation mit *Dryas octopetala* auf den jüngsten Schotterflächen, eine durch Beweidung geförderte Subassoziation mit *Thesium rostratum* sowie eine Subassoziation *mit Vaccinium vitis-idaea* auf älteren Schotterterrassen mit Trockenmoderauflagen unterscheiden. Daneben lässt sich auf feinsandig-schluffigen Sedimenten eine von Hochgräsem dominierte Subassoziation mit *Epipactis palustris* erkennen.

4.3.7.2 Kontaktgesellschaften der Buntreitgras-Kiefernwälder

Die Buntreitgras-Kiefernwälder bilden zusammen mit anderen, naturschutzfachlich hochwertigen Biotoptypen Lebensraumkomplexe von hoher räumlicher und struktureller Diversität. Zu diesen Kontaktgesellschaften zählen

insbesondere nicht überschirmte, offene Lückenrasen, die sowohl auf primär nicht waldfähigen Standorten wie steilfelsigen Grabeneinhängen als auch im Bereich sekundärer, durch Rodung oder Beweidung entstandener Auflichtungen zu finden sind. Diese i.d.R. von *Carex humilis, Sesleria albicans* und *Carex sempervirens* dominierten Lückenrasen lassen sich am ehesten dem *Laserpitio-Seslerietum albicantis* innerhalb der alpiden Kalkrasen *(*Kl. *Seslerietea)* zuordnen (vgl. EWALD 1996). Daneben finden sich auch auf etwas teifgründigeren Standorten Blaugras-Buchenwälder (*Seslerio-Fagetum*) und entsprechende Fichtenstadien (EWALD 1997).

Am warmen Hangfuß des Ofenbergs sind an steilen Böschungen kleinflächig thermophile Saumgesellschaften entwickelt, in denen hochwüchsige Stauden wie *Geranium sanguineum, Peucedanum cervaria, Anthericum ramosum, Vincetoxicum hirundinaria* und *Laserpitium siler* den Aspekt dominieren. Solche thermophilen Säume sind in den Bayerischen Alpen ausgesprochen selten und kommen fast ausschließlich in Gebieten vor, in denen auch Buntreitgras-Kiefernwald-Phytocoenosen zu finden sind.

Sowohl in steilen, quelligen Hanglagen auf Hauptdolomit als auch in zeitweilig überstauten Flutmulden und Rinnen der alluvialen Schotterterrassen sind im Kontakt zu den umliegenden Kiefernwäldem regelmäßig Kalk-Quellsümpfe des *Primulo-Schoenetum ferruginei* anzutreffen, in denen neben Flach- und Quellmoor-Arten auch xerophytische Arten des *Calamagrostio-Pinetum* wie *Erica herbacea, Festuca amethystina* u.a. vorkommen.

Alluviale und Gries-Kiefernwälder stehen dagegen häufig in Kontakt zu spärlich bewachsenen Kalk-Schotterfluren wie z.B. Knorpelsalat-Fluren mit *Chondrilla chondrilloides,* Weiden-Tamarisken-Fluren auf Grobschotter bzw. Uferreitgras-Fluren und Lavendelweiden- bzw. Grauerlen-Gebüschen auf feinkörnigeren, sandig-schluffigen Sedimenten.

4.3.8 Literatur

EWALD, J. 1996: Graslahner-Rasengesellschaften in der montanen Waldstufe der Tegernseer Kalkalpen. Ber. Bayer. Bot. Ges. 66/67: 115-133. München.

EWALD, J., 1997: Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen - Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. Diss. bot. **290**, Berlin, 234 S.

HÖLZEL, N. 1996a: Schneeheide-Kiefemwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. Forschungsberichte der ANL Heft 3: 192 S. Laufen.

HÖLZEL, N. 1996b: Erico-Pinetea - Alpisch-dinarische Karbonat-Trocken-Kiefernwälder. - Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, Heft 1. - Hrsg.: DIERSCHKE, H. für die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft und die Reinhold-Tüxen-Gesellschaft. 49 S. Göttingen.

LORENZ, W. 1993: Vegetationskundliche Untersuchungen der Schneeheide-Kiefernwälder im Landkreis Garmisch-Partenkirchen. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 54: 301-349.Regensburg.

SCHÖNFELDER, P. u. BRESINSKY, A. 1990: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. 752 S., Verlag Eugen Ulmer.

4.3.9 Karte des Exkursionsgebiets

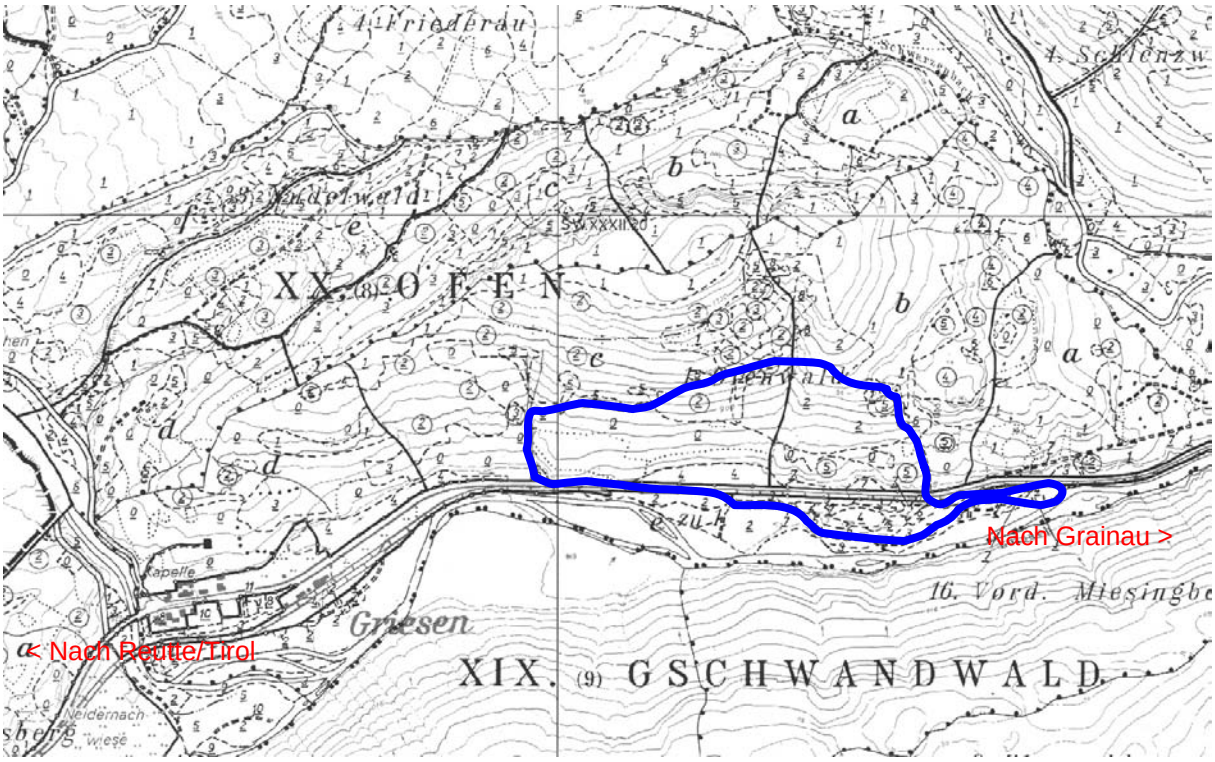


Abb. 17: Exkursionsroute. Kartengrundlage Forstbetriebskarte 1: 10 000

5 Abstracts der Vorträge

5.1 Waldnaturschutz im Bayerischen Hochgebirge

HANS-JÜRGEN GULDER

Aufgrund seiner Topographie und charakteristischen Ausprägung bietet das Bayerische Hochgebirge die besten Voraussetzungen für einen erfolgreichen Naturschutz im Wald.

Die Waldfläche im Hochgebirge beträgt 250.000 ha, was einem Waldanteil von 47 % entspricht. 60 % der Waldfläche sind als Schutzwald ausgewiesen, was die besondere Bedeutung des Gebirgswaldes für den Schutz der Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen unterstreicht.

5.1.1 Der Staatswald im Hochgebirge

Die Bayerische Staatsforstverwaltung bewirtschaftet im Gebirge eine Fläche von ca.145.000 ha Holzbodenfläche. Vorherrschende Nadelbaumart ist die Fichte (60 %), gefolgt von Tanne (7%), Lärche (4%) und Kiefer (3%). Die Buche (17 %) ist die häufigste Laubbaumart vor der Gruppe der Edellaubbäume (6%). Bedeutendste Bestandsform ist der Bergmischwald mit Fichte, Tanne und Buche und Edellaubbäumen. Als Folge schädlicher Übernutzungen in der Vergangenheit (z.B. Salinenwirtschaft) ist der Anteil reiner Fichtenbestände mit rund 39 % immer noch zu hoch.

5.1.2 Das ökologische Netz

Nirgendwo in Bayern ist das ökologische Netz so dicht geknüpft wie in den Alpen.

Aushängeschild ist dabei der **Alpennationalpark Berchtesgaden** mit einer Fläche von rund 21.000 ha.

Daneben finden sich knapp 20 **Naturschutzgebiete** mit einer Fläche von 85.000 ha. Es sind überwiegend sehr große Gebiete wie z. B. die Allgäuer Hochalpen mit 21.000 ha oder hier direkt vor der Haustür Teile des Wettersteingebirges.

Die Naturschutzgebiete sind weitgehend identisch mit den **Natura 2000-Gebieten**.

Von unseren insgesamt 151 **Naturwaldreservaten** liegen 16 mit einer Fläche von rund 1525 ha im Hochgebirge. Sie repräsentieren das ganze Spektrum der hier vorkommenden Waldgesellschaften: an erster Stelle den Bergmischwald, daneben den subalpinen Lärchen-Fichten-Zirbenwald, Schneeheide-Kiefernwälder in den Föhntälern, Fichten-Kiefern-Spirkenbestände auf Schotterflächen sowie Schlucht- und Blockschuttwälder.

Weite Verbreitung haben die **ökologisch besonders wertvollen Waldbiotope auf Sonderstandorten** nach Art. 13d des Bayer. Naturschutzgesetzes. Es sind dies vorrangig Feucht- und Trockenwälder auf Extremstandor-

ten mit hohem naturschutzfachlichen Wert.

Zu dieser Kategorie zählen die Moorwälder, die Weiden- und Grauerlenauwälder der Bach- und Flusstäler, die trockenen Blaugras-Buchenwälder und Schneeheide-Kiefernwälder, Schluchtwälder, Block- und Hangschuttwälder, Fichten-Blockwälder der montanen bis hochmontanen Stufe, das Latschen-Krummholzgebüsch und die subalpinen Lärchen-Zirbenwälder.

5.1.3 Naturschutz und Waldbau

Der Waldbau im Hochgebirge bemüht sich seit Jahrzehnten, die Bestände durch Mischungs- und Strukturpflege sowie langfristige femelartige Verjüngung naturnah zu behandeln. Damit werden gleichzeitig wesentliche Belange des Waldnaturschutzes erfüllt. Konkrete Maßnahmen dazu sind:

- Erhöhte Umtriebszeiten. Wegen der hohen Vitalität und langen Lebenserwartung der meisten Baumarten wurden die Umtriebszeiten deutlich erhöht. 38 % der Bestände sind älter 120 Jahre, davon 21 % älter als 160 Jahre.
- Lange Verjüngungszeiträume oft über 4 bis 5 Jahrzehnte.
- Vitale Bestände werden aus der Verjüngungsnutzung herausgenommen und dem Reifungsstadium zugeordnet.
- In Verjüngungsbeständen bleiben zur Erhöhung der Strukturvielfalt über gesicherter Verjüngung 10 – 30 % des Vorrats stehen und wachsen in den Folgebestand ein.
- Dem im Hochgebirge im Bergmischwald verbreiteten kleinflächigen Wechsel aller Entwicklungsstadien wird mit der Ausscheidung der Stufe „Plenterstadium“ Rechnung getragen.
- Bereiche, in denen standörtliche Extremsituationen das Wachstum so stark beeinflussen, dass der normale Lebenszyklus nicht durchlaufen werden kann, werden dem „Grenzstadium“ zugewiesen.
- Das Angebot an liegendem und stehendem Totholz erhöht sich laufend. Der Totholzvorrat schwankt zwischen 14 und 28 fm/ha. Dies sind 5 bis 12 % des Lebendvorrates. Erfreulich ist besonders der hohe Anteil an stehendem Totholz und der gute Zersetzungsgrad (Anteil Moderholz nahezu ein Drittel).

Zusätzlich werden

- die ökologisch besonders wertvollen Waldbiotope auf Sonderstandorten möglichst in ihrem naturnahen Zustand belassen und nur extensiv bewirtschaftet;
- Freiflächen im räumlichen Zusammenhang mit dem Wald extensiv bewirtschaftet und gepflegt;
- über zusätzliche Erhebungen bei der Waldinventur und dem Geländebegang naturschutzrelevante Tatbestände erfasst und in die Erfolgskontrolle und Planung einbezogen (z.B. Bestände seltener natürlicher Waldgesellschaften, Altbestandsreste, Kleinstrukturen, Totholz, Waldränder);
- seltene Baum- und Straucharten durch gezielte Pflegemaßnahmen und Nachzuchtprogramme gefördert (z.B. Mehlbeere, Eibe);
- in ausgewählten Gebieten im Rahmen des Vogelmonitoring Nistkästen kontrolliert, Singvogelvorkom-

men kartiert und ausgewählte Waldvogelarten beobachtet;
- spezielle Artenschutzprogramme zum Schutz der Rauhfußhühner durchgeführt;
- Altbäume und Biotopbäume erhalten und jüngere Bäume auf ihre Rolle als Altbäume vorbereitet.

5.2 Vegetationsökologische Bewertung von Wäldern im Salzkammergut basierend auf digitalen Geoparametern im GIS

TOBIAS PLETTENBACHER (vorgetragen von RALF KLOSTERHUBER)

Die Firmen WLM - Technisches Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung und Dipl.-Ing. Schabl Geoinformationswesen haben 1997/1998 eine Studie im Salzkammergut (Weltkulturerbegebiet) im Auftrag des BMfLF und der WLV Bad Ischl durchgeführt. Aufgrund des Fehlens von Planungsgrundlagen und einem Bewaldungsprozent von ca. 75% war es Zielsetzung, rasch und überblicksweise die "Naturpotentiale" der Wälder abzuschätzen, d.h. die Möglichkeiten bzw. Einschränkungen bezüglich Nutz-, Schutz- und Naturschutzfunktion.

Eine flächendeckende Kartierung (Standorts-, Biotopkartierung etc.) des Projektgebiets von ca. 2.000 km² war de facto unmöglich. Daher musste ein Kompromiss zwischen zeitlich-finanziellem Aufwand und der Detailliertheit getroffen und auf bestehendes Datenmaterial zurückgegriffen werden. Als Referenzaufnahmen wurden nur 208 Punkte der Österreichischen Waldinventur standorts- und vegetationskundlich beprobt, sowie über 30 km ÖWI-Traktlinien standortskartiert.

Durch Auswertung der vegetationsökologischen Daten wurde ein Computermodell der Potentiell Natürlichen Waldvegetation entwickelt, das durch Stratenbildung aus digitalen Geoparametern Gruppen ökologisch vergleichbarer Waldgesellschaften und Standortseinheiten ausweist. Dazu wurden folgende Geoparameter aus dem digitalen Geländemodell des BEV und der Geologischen Karte von Oberösterreich M 1:20.000 abgeleitet: Geländeform, Hangneigung, Exposition, Sonnenscheinintensität, Höhenstufe und geologische Substratgruppe. Die Ableitung ökologisch definierter Geländeformen (Ober-/Unterhang im Sinne von Aus-/Eintragslage etc.) und strahlungsabhängiger Höhenstufen waren dabei die zentralen Fragestellungen im GIS.

Die zehntausende aus den Geoparametern resultierenden Kombinationen (Straten) wurden zu 43 ökologischen Gruppen zusammengefasst, sog. "Waldstratentypen". Dies sind Komplexe von Waldgesellschaften bzw. Standorten, welche durch ähnliche Faktorenkombinationen definiert sind und in ihrer Gesamtheit typische Eigenschaften und Potentiale aufweisen (z.B. Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwälder auf südexponierten Steilhängen).

Die Waldstraten wurden dabei zu 11 sog. "Waldpotentialkomplexen" gruppiert: zu gemäßigten Waldstandorten (zonale Buchen-, Fi-Ta-Bu-, Fichten-Tannen-, Subalp. Fichten- und Lä-Zir-Wälder) und Sonderstandorten (Warm-/Trocken-, Dystrophe Schatthang-, Naß-/Feucht-, Rutsch-/Erosions-, (Hang-)Schutt- und Auwald-Standorte). Die Waldstratentypen wurden ferner ökologisch und vegetationskundlich charakterisiert (Zuordnung zu typi-

schen Waldgesellschaften und Standortseinheiten) sowie hinsichtlich Schutzwaldkriterien, Waldfunktionen, Waldpotentialen etc. beurteilt.

PLETTENBACHER, T., KLOSTERHUBER, R. U. GRUBER, G., 1998: Waldpotentiale Salzkammergut. Schutzfunktionales Ökologie-Monitoring und multifunktionale Landnutzungsplanung im Hinblick auf die Sicherung vor Naturgefahren und die Stabilität der Kulturlandschaft Hallstatt-Dachstein-Salzkammergut. Firma WLM Innsbruck-Wien.

5.3 Pflanzensoziologische Standortskartierung und ihre Anwendung im schweizerischen Hochgebirgswaldbau

MONIKA FREHNER, HANS-ULRICH FREY

Die Erfassung der Waldstandorte geschieht in der Schweiz zum großen Teil über kleinmaßstäbliche Kartierungen (meist 1:5 000). Die Erfassung ist nicht landesweit koordiniert; sie wird von den Kantonen als Aufträge an freischaffende Beratungsunternehmen vergeben. Als gesamtschweizerische Basis einer Typisierung liegen nur die 71 Typen der "Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz" (ELLENBERG und KLÖTZLI 1972) vor. Dieses System ist lückenhaft und enthält keine für praktische Kartierungen brauchbare Definitionen der Einheiten. Diese Situation führte zu einer erstaunlichen Vielfalt von Methoden und Auffassungen. In der Folge soll die Methode, wie sie im Kanton Graubünden angewandt wird, kurz beleuchtet werden. Der Bündner Wald umfasst eine Fläche von ca. 1400 km² und besitzt einen hohen Anteil von extensiv genutzten Gebirgswäldern. Eine kleinmaßstäbliche, flächendeckende Kartierung wäre mit einem untragbaren Aufwand verbunden. Mit dem Ziel, dass der lokale Bewirtschafter seine Waldstandorte selbst ansprechen kann, werden relativ aufwendige Typusbeschreibungen erstellt, die den regionalen Eigenheiten besonders Rechnung tragen. Zu diesem Zweck wurde der Kanton in 8 naturräumlich definierte Regionen eingeteilt. Für jede Region wird eine unabhängige Typisierung der Waldstandorte vorgenommen. Als eigens erstellte Datenbasis dienen insgesamt ca. 1500 bodenkundlich untermauerte Vegetationsaufnahmen der Schule Zürich-Montpellier, die wahlweise mit älteren Aufnahmen der Literatur ergänzt werden. Die Auswahl der Aufnahmeorte geschieht gutachtlich mit idealtypischen Vorstellungen. Die Aufnahmen werden in Vegetationstabellen ausgewertet und dargestellt. Sie dienen in diesem Sinne dazu, Differentialmerkmale zu finden sowie die idealtypischen Vorstellungen zu überprüfen oder zu verwerfen. Auf die statistische Auswertung zufällig oder systematisch ausgewählter Aufnahmen wurde verzichtet, da solche Konzepte erfahrungsgemäss nicht zu praktisch anwendbaren Typisierungen führen. Für jeden Standortstyp wird ein Typusblatt mit folgenden Größen erstellt: Lage im Ökogramm, Höhenverbreitung, Exposition, Hangneigung, idealisiertes Bodenprofil, Bodenmerkmale, idealtypische Beschreibung eines Naturwaldbestandes, typische und häufige Arten, ein idealisiertes Bestandesprofil etc. Die Typen werden im Sinne einer Karikatur sehr eng definiert; Feldansprachen lassen sich dadurch besser durchführen, als wenn die Typusvorstellungen durch zu viele Abweichungen, die auch noch im Standortstyp enthalten sind, verwässert werden. Um terrestrische Kartierungen zu ermöglichen, wird für jede Region ein Netzschlüssel erarbeitet. Kartiert werden nur 100 m breite Streifen, die an repräsentativen Talquerschnitten die ge-

samte Vielfalt der Standortstypen und deren Gesetzmäßigkeiten aufzeigen. Insgesamt werden ca. 200 km solcher Streifen aufgenommen. Sie dienen den lokalen Bewirtschaftern zur Eichung ihrer Vorstellungen. Jede der 8 Grundregionen wird in ca. 5 weitere, wiederum naturräumlich definierte Subregionen unterteilt. Für das gesamte Gebiet wird eine Karte der zonalen Höhenstufen (1:50 000) erstellt. Diese relativ feine geographische Gliederung dient dazu, dass die in einem bestimmten Waldbestand in Frage kommenden Einheiten auf ein Minimum reduziert werden können: Je Höhenstufe und Subregion steht ein geeichtes Ökogramm zur Verfügung, das es dem Anwender ermöglicht, über wenige Arten, Vegetationsaspekte und den Typusvorstellungen zu einer qualitativ hochwertigen Ansprache zu kommen. Mit diesem Hilfsmittel sind interessierte Praktiker in der Lage, mit einer Ausbildungszeit von wenigen Tagen ihre Standortsansprachen selbst vorzunehmen.

Ist der Standortstyp eines bestimmten Waldbestandes bekannt, so können mit Hilfe von Forschungsergebnisse oder von Erfahrung Informationen abgeleitet werden, die wichtig sind für den Gebirgswaldbau, z. B. Baumartenzusammensetzung, Struktur und Wüchsigkeit des Naturwaldes. Auch Faktoren, die die Verjüngung beeinflussen, können bestimmten Standortstypen zugeordnet werden, z. B. Schneeschimmel, üppige Bodenvegetation oder Wärmemangel. Die Wegleitung „minimale Pflegemaßnahmen für Wälder mit Schutzfunktion“ nutzt dieses Prinzip. Bei einzelnen Standortstypen sind auch Hinweise auf Naturgefahren wie Steinschlag möglich, oder es können Aussagen betreffend Naturschutz gemacht werden (z. B. Vorkommen von Pflanzenarten, Eignung als Lebensraum für Auerwild).

5.4 Vegetationsgestützte Standortseinheiten im Hochgebirge Bayerns

JÖRG EWALD

Die besonderen Verhältnisse im Hochgebirge veranlassten die Entwicklung einer Methode der Standortserkundung, die stärker als das im übrigen Bayern angewandte Verfahren vegetationskundliche Kriterien einbezieht. Sie basiert auf einer Analyse aller vorliegenden und in einer Datenbank organisierten Vegetationsaufnahmen aus dem Bezugsraum. An einem eigens erhobenen Kerndatensatz, der Vegetationsaufnahmen mit umfassender Standortsinformation verknüpft, wurde zunächst ein statistisches Modell entwickelt, das die Verbreitung der Pflanzenarten entlang wesentlicher ökologischer Gradienten beschreibt. Die daraus abgeleiteten ökologischen Artengruppen wurden im größeren Datensatz auf ihren Zusammenhalt geprüft und als Trennmerkmale von Vegetationstypen herangezogen. Diese Einheiten dienen als Standortseinheiten und sind wahlweise über das Vorkommen von Zeigerpflanzen oder über standörtliche Kriterien zu bestimmen.

Die Verwendbarkeit des Systems wurde durch Pilotkartierungen von inzwischen mehr als 10 000 ha Waldfläche geprüft. Dabei ergaben sich aus dem Dialog mit den Forstpraktikerinnen und –praktikern vor Ort Anpassungen der waldbaulichen Ausdeutung der Einheiten und des Systems ihrer Verschlüsselung. Nach dem im Flachland bewährten Vorbild wird seit Neuerem in den Karten ein Code aus 3 Stellen dargestellt: An erster Stelle verschlüsseln Buchstaben das Bodensubstrat und seine Trophie in stark vereinfachter Form. Der Buchstabe an zweiter Stelle gibt die natürliche Waldzusammensetzung – im Gebirge stark abhängig von der Höhenstufe – an. An dritter Stelle gibt eine Ziffer über den Wasserhaushalt Auskunft. Das zu Grunde liegende dreidimensionale Koordinatensystem aus Trophie, Höhenstufe und Wasserhaushalt lässt sich bei Bedarf leicht in Ökogrammen darstellen.

Die Bedeutung der Standortseinheiten für die forstliche Planung wird an drei Beispielen deutlich: Forstinventurdaten aus dem Werdenfelser Land zeigen die Abhängigkeit der Bonität von den Standortsfaktoren Höhe und Wasserhaushalt. Die Standorte unterscheiden sich außerdem wesentlich in ihrem durch terrestrische Ansprache ermittelten Kronenzustand. Schließlich geben Standortskarten gute Anhaltspunkte über Vorkommen von nach bayerischem Gesetz besonders geschützten Sonderstandorten wie Moor-, Trocken- und Schluchtwälder.