

**Analyse karstrelevanter Boden- und
Gesteinsproben von repräsentativen
Standorten des Nationalparks
Kalkalpen**

Karstprogramm

Teilprojekt 1.2, 95 und 96

**Klaus Katzensteiner und Kasimir P. Nemestothy
Franz Ottner**

Jahresberichte 1996

Für den Inhalt verantwortlich:

Klaus Katzensteiner und
Kasimir P. Nemestothy
Institut für Waldökologie
Universität für Bodenkultur
Peter Jordanstraße 70
1190 Wien

Franz Ottner
Institut für angewandte Geologie
Universität für Bodenkultur
1190 Wien

Impressum:

Projekt Nationalpark Kalkalpen
Endbericht 1603-3.2./95

Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung
Nationalparkplanung
im Verein Nationalpark Kalkalpen
Obergrünburg 340
4592 Leonstein

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt

Die zur Verfügung gestellte Infrastruktur
im Forschungszentrum Molln
wurde gefördert aus Mitteln des Landes Oberösterreich

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert werden.



**ANALYSE KARSTRELEVANTER BODEN- UND GESTEINSPROBEN
VON REPRÄSENTATIVEN STANDORTEN
DES NATIONALPARK KALKALPEN**

im Rahmen des Projektes

KARSTDYNAMIK im Nationalpark Kalkalpen

AZ: 1603-3.2

im Auftrag des Verein Nationalpark Kalkalpen
mit Unterstützung vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie

Klaus Katzensteiner und Kasimir P. Nemestothy
Institut für Waldökologie, BOKU Wien
Peter Jordanstraße 82, A-1190 Wien

Franz Ottner
Institut für Angewandte Geologie, BOKU Wien
Peter Jordanstraße 70, A-1190 Wien

Wien, im Oktober 1996

Projekt Analyse karstrelevanter Boden- und Gesteinsproben von repräsentativen Standorten des Nationalpark Kalkalpen im Rahmen des Projektes **Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen**. AZ: 1603-3.2

Kurzfassung:

Im Rahmen dieses Projektes wurden charakteristische, für größere Bereiche des Untersuchungsraumes repräsentative Boden- und Gesteinsproben, von Alpenmoderrendzinen, braunlehmbeeinflußten Mullrendzinen auf Kalk und Dolomit und Braunlehm auf Kalk bis zu Pseudogleyen auf Mergeln sowohl mineralogisch als auch chemisch analysiert. Aufgrund der makromorphologischen Ansprache und der Analysen werden einerseits Aussagen über die Bodenentwicklungsdynamik getroffen, andererseits wird eine Beurteilung hinsichtlich Nährstoffumsetzungsdynamik, physikochemisches Filtervermögen und Wasserhaushalt der Standorte getroffen. Der Bericht umfaßt die Bodenprofilbeschreibungen und die Ergebnisse der chemischen und mineralogischen Analysen in Tabellenform. Die chemischen Analysen werden darüber hinaus mit den Ergebnissen der österreichischen Waldbodenzustandsinventur verglichen.

Aus den Untersuchungen wird der dominante Einfluß präholozäner Bodenbildungsvorgänge für die gegenwärtigen Standortsverhältnisse deutlich: ein großer Teil der Böden auf Kalk und Dolomit zeigt Reliktcharakter; vor allem im Leebereich von Rücken ist auch Staublehmeinfluß möglich. Diese Böden sind bei entsprechender Mächtigkeit gut gepuffert und zeigen ein ausgezeichnetes Wasserspeichervermögen. Dort wo aufgrund des Reliefs auf sehr reinen Kalken eine Anreicherung derartiger Böden fehlt, sind dürrtige Humus-Carbonat-Böden (H-C-Böden) ausgebildet, die sowohl hinsichtlich Wasserhaltefähigkeit als auch hinsichtlich ihres physikochemischen Filtervermögens ungünstig zu beurteilen sind. Darüber hinaus sind natürlich alle Übergangsformen von Rendzinen zu Braunlehmrendzinen anzutreffen.

Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung:	1
2. Methodik:	1
3. Ergebnisse und Diskussion:	2
3.1. Bodenentwicklung auf reinem Kalk:	2
3.2. Böden auf dolomitisiertem Kalk oder auf Kalk/Dolomit-Kolluvien:	6
3.3. Bodenentwicklung auf Dolomit:	17
3.4. Bodenentwicklung auf Mergeln:	25
4. Schlußfolgerungen:	28
5. Literatur:	29
6. Anhang	30

Abbildungen

Abbildung 1: Röntgendifraktogramm von Wettersteinkalk; 100 % Calzit.....	2
Abbildung 2: Röntgendifraktogramm von Plattenkalk/Hauptdolomit (69 % Dolomit, 31 % Calzit).....	6
Abbildung 3: Röntgendifraktogramm von Hauptdolomit (99 % Dolomit, 1 % Calzit)	20
Abbildung 4: Mineralogische Untersuchung des Profiles Bauernberg 2a.....	23
Abbildung 5: Röntgendifraktogramm von Roßfeldmergel.....	26
Abbildung 6: Mineralogische Untersuchung des Profiles Ebenforst 1c	26

Tabellen

Tabelle 1: Beschreibung der Profile Bärenriedlau 1b und 1c:	3
Tabelle 2: Chemische Bodenanalysen des Profiles Bärenriedlau 1b.....	4
Tabelle 3: Chemische Bodenanalysen des Profiles Bärenriedlau 1c	5
Tabelle 4: Beschreibung des Profiles Mieseck g8.....	7
Tabelle 5: Chemische Bodenanalysen des Profiles Mieseck g8.....	7
Tabelle 6: Beschreibung des Profiles Mieseck i8	8
Tabelle 7: Chemische Bodenanalysen des Profiles Mieseck i8	8
Tabelle 8: Beschreibung des Profiles Mieseck g6.....	9
Tabelle 9: Chemische Bodenanalysen des Profiles Mieseck g6	9
Tabelle 10: Beschreibung des Profiles Mieseck i6	10
Tabelle 11: Chemische Bodenanalysen Profil Mieseck i6	10
Tabelle 12: Beschreibung des Profiles Mieseck i3	11
Tabelle 13: Chemische Bodenanalyse Profil Mieseck i3.....	12
Tabelle 14: Beschreibung des Profiles Mieseck h2.....	13
Tabelle 15: Chemische Bodenanalyse Profil Mieseck h2.....	14
Tabelle 16: Beschreibung des Profiles Seelacke 1a	15
Tabelle 17: Chemische Bodenanalyse Profil Seelacke 1a	16
Tabelle 18: Röntgendifraktometrische Feinbodenanalyse vom Profil Sinnreitnerboden 1b im Vergleich zum Profil Mieseck i3	17
Tabelle 19: Beschreibung des Profiles Sinnreitnerboden 1b.....	17
Tabelle 20: Chemische Bodenanalyse des Profiles Sinnreitnerboden 1b.....	18
Tabelle 21: Beschreibung des Profiles Anriß 1a.....	19
Tabelle 22: Chemische Bodenanalyse Profil Anriß 1a	19
Tabelle 23: Beschreibung des Profiles Bauernkogel 1c.....	21
Tabelle 24: Chemische Bodenanalyse des Profiles Bauernkogel 1c	22
Tabelle 25: Beschreibung des Profiles Bauernberg 2a	23
Tabelle 26: Chemische Bodenanalyse des Profiles Bauernberg 2a.....	24
Tabelle 27: Beschreibung des Profiles Ebenforst 1c.....	25
Tabelle 28: Chemische Bodenanalysen des Profiles Ebenforst 1c	27

1. Einleitung und Problemstellung:

Der Boden stellt als oberste Verwitterungsschicht für den Wasser- und Nährstoffumsatz im Ökosystem das zentrale Element dar. Für ein Verständnis von Karstprozessen ist daher eine Kenntnis seiner Eigenschaften von zentraler Bedeutung. Sowohl im Hinblick auf die Entwicklungsdynamik der darauf siedelnden Vegetation, als auch für die Verweildauer und die chemische Umsetzung des Sickerwassers ist der Aufbau der Bodendecke entscheidend. Da vom Gebiet des Nationalparks bisher nur wenige Informationen über Böden vorliegen, werden in dieser Pilotstudie ausgewählte Bodenprofile und Gesteine sowohl mineralogisch als auch chemisch analysiert. Daraus werden Hypothesen über die Bodengenese abgeleitet und Aussagen über Wasserhaushalt und physikochemisches Filtervermögen getroffen.

2. Methodik:

Im Rahmen dieses Teilprojektes wurden ausgewählte Böden von repräsentativen Standorten chemisch untersucht.

In Abänderung zum Werkvertrag wurde eine wesentlich größere Anzahl von Mineralböden (7 Profile; 23 Mineralbodenhorizonte, 7 Auflagehumusproben) chemisch untersucht. Zusätzlich wurde Schwefel in allen Horizonten analysiert. Auf die Analyse der Elemente Cd und Pb wurde aus analysetechnischen Gründen vorläufig verzichtet, da mit Jahresende 1996 eine ICP mit wesentlich höherer Auflösung als die bisher verwendete HGA zur Verfügung steht.

Die L-, F- und H-Horizonte der Auflagen wurden für den Gesamtaufschluß fein vermahlen. Der Gesamtaufschluß dieser Proben erfolgte mit $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$. Der Gesamtaufschluß der Mineralbodenproben erfolgte mit Königswasser. Für die Analyse der austauschbaren Kationen im Bariumchloridauszug wurde unvermahlenes, gesiebtes (2 mm) Feinbodenmaterial verwendet. Der C- und S-Gehalt wurde mit einem Heraeus CS-Analysator durchgeführt, die Gesamtstickstoffgehalte wurden nach einer Mikro-Kjeldahl-Methode bestimmt.

Phosphor wurde photometrisch, die restlichen Elemente (K, Ca, Mg, Na, Mn, Al, Fe, Cu, Zn) wurden flammenphotometrisch mittels AAS bestimmt.

Zusätzlich wurden semiquantitative mineralogische Analysen von ausgewählten Bodenhorizonten und Gesteinen durchgeführt.

Dazu wurden die getrockneten und analysenfein in einer Scheibenschwingmühle vermahlenen Proben nach dem Backloading-Verfahren präpariert und in einem Philips Röntgendiffraktometer PW 1710 mit Bragg Brentano Geometrie mittels $\text{Cu K}\alpha$ Strahlung (45kV, 40mA) von 2° bis 70° 2θ geröntgt. Aus diesen Aufnahmen wurde der qualitative Mineralbestand ermittelt.

Zur semiquantitativen Abschätzung der Mineralphasen in der Gesamtprobe wurde das Probenmaterial der Pulveraufnahmen mit Kunstharz (Viapal) 1:1 vermischt, bei 80° C ausgehärtet, nochmals vermahlen und geröntgt. Durch die Vermischung mit Kunstharz können die durch Schichtsilikate, Karbonate, Feldspäte usw. verursachten Textureffekte ausgeschaltet werden. Quarz wurde mittels vorhandener Eichkurven, die anderen Minerale nach SCHULTZ (1964) semiquantitativ erfaßt.

Weiters werden in diesem Kontext die Analysen der Profile 'Pilotstudie Karbonatböden' (Katzensteiner 1994) diskutiert.

Die chemischen Analysen werden mit den Daten der österreichischen Waldbodenzustandsinventur (im Folgenden als WBZI abgekürzt; Kilian et al., 1992, Anhangtabelle A1) verglichen.

3. Ergebnisse und Diskussion:

3.1. Bodenentwicklung auf reinem Kalk:

Wettersteinkalk stellt eines der im Sengsengebirge dominierenden Gesteine dar. Er ist ein beiger, massiger, größtenteils umkristallisierter Kalk, der aus Korallenstücken und Algen (Algenlaminit) aufgebaut ist. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Atlas zur Geologie - Nationalpark Kalkalpen (Gärtner et al., 1994).

Die röntgendiffraktometrische Analyse eines Handstückes von der Bärenriedlau zeigt, daß dieser Kalk praktisch zu 100 % aus Calzit aufgebaut ist (Abbildung 1). Dieser Kalk enthält keine ausreichenden Gehalte an tonigen Verunreinigungen (< 1 %) um eine holozäne Bodenentwicklung zu ermöglichen. Tabelle 1 zeigt die Beschreibung einer typischen Probefläche und zweier charakteristischer Bodenprofile aus der Bärenriedlau.

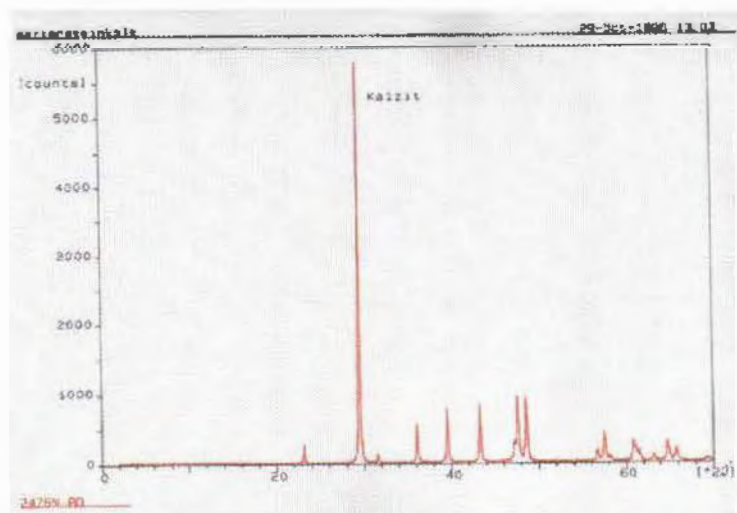


Abbildung 1: Röntgendiffraktogramm von Wettersteinkalk; 100 % Calzit

Tabelle 1: Beschreibung der Profile Bärenriedlau 1b und 1c:

Lage:	Rechtswert: 521200, Hochwert: 293400 SW-exponierte, 50 % geneigte Mittelhangverflachung; Felsanteil an der Oberfläche 40 %
Bestand:	80 % Fichte, 20 % Lärche, eingesprengt Buche
Bodenvegetation:	<i>Helleborus niger</i> 1, <i>Oxalis acetosella</i> +, <i>Hepatica nobilis</i> +, <i>Sesleria varia</i> 1, <i>Senecio ovatus</i> agg. +, <i>Euphorbia amygdaloides</i> +, <i>Vaccinium myrtillus</i> +, <i>Lamium galeobdolon</i> +, <i>Salvia glutinosa</i> +, <i>Galium sylvaticum</i> +, <i>Hieracium</i> sp. +, <i>Cyclamen purpurascens</i> +

Mosaikstandort

Humustyp:	Alpenmoder (analysierte Profile); daneben Mullhumus bei Braunlehmeinfluß
Bodentyp:	seichtgründige Rendzina (Alpenmoderrendzina) auf Wettersteinkalk (analysiert); daneben braunlehmbeeinflusste Mullrendzinen

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
Profil 1b (1c):		
L	3,5 (2)	lockere bis schwach verklebte Fichten- und Lärchenstreu, undeutlich übergehend in F
F	4 (7)	kompakt, sehr stark durchwurzelt, mit Arthropodenfeinmoder durchsetzt, unscharf übergehend in H
H	12 (7)	lockerer Arthropodenfeinmoder, übergehend in H/C
H/C		Feinmoder in Spalten

Die beiden Profile zeigen einen Alpenmoder mit einem sehr mächtigen Feinmoderhorizont. Dieser Auflagehumus auf reinem Kalk stellt über weite Bereiche den Hauptwurzelaum für die Baumarten dar. Stellenweise finden sich jedoch geringmächtige Braunlehmverfüllungen in Klüften und Spalten, die eine Mullhumusdynamik erlauben. Dies erklärt auch die artenreiche Bodenvegetation die einen eher besseren trophischen Aspekt und ein besseres Wasserhaltevermögen der Böden anzeigt. Diese Braunlehme dürften Reste einer ehemals mächtiger ausgeprägten, aus dem Pliozän stammenden Reliktbodendecke darstellen. Intensive Beweidung bis ins 19. Jahrhundert führte zu ausgeprägter Denudation und Oberflächenverkarstung dieser Flächen (Bauer, 1951, Lechner, 1996).

Die horizontweise chemische Analyse dieses Alpenmoders (Tabelle 2 und 3) zeigt relativ niedrige pH-Werte, die im unteren Perzentil der im Rahmen der WBZI gemessenen Werte liegen (Anhangtabelle A1). Die C/N-Verhältnisse, ein Maß für die biologische Aktivität der Humusformen, sind extrem weit, was ungünstige mikrobielle Aktivität signalisiert. Die Streubreite dieser Werte ist aber sehr hoch. Die Schwefelgehalte liegen deutlich über den in der WBZI angegebenen Werten. Ob eine immissionsbedingte Anreicherung vorliegt, könnten nur weiterführende Untersuchungen klären. Mögliche Inversionssituationen könnten durch lokale Emittenten verursachte

Emissionen verstärken. Die Phosphorgehalte liegen im für Karbonatböden üblichen Rahmen. Die Kationenaustauschkapazität ist ebenfalls als eher gering einzustufen. Die Ca-, Mg- und K-Sättigung ist aber sehr hoch. Die Mn-Gesamtgehalte der Auflage sind gering, während Kupfer und Zink durchaus in mittleren Gehalten vorliegt.

Tabelle 2: Chemische Bodenanalysen des Profiles Bärenriedelau 1b

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
L	96-117-15	3,5	-	-	49,43	-	1,20	0,31	0,06	41,2
F	96-117-16	4,0	-	-	48,22	-	1,74	0,33	0,08	27,8
H	96-117-17	12,0	4,60	3,70	39,82	-	1,59	0,25	0,07	25,0

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
L	96-117-15	3,5	0,08	0,99	0,09	0,01	168	2796	3167	8	111
F	96-117-16	4,0	0,09	0,93	0,10	0,01	126	4105	4034	16	114
H	96-117-17	12,0	0,11	1,04	0,13	0,01	45	7373	9074	14	182

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE.kg ⁻¹]
L	96-117-15	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
F	96-117-16	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-
H	96-117-17	12,0	85	2960	168	27	4	7	45	168

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
L	96-117-15	3,5	-	-	-	-	-	-	-
F	96-117-16	4,0	-	-	-	-	-	-	-
H	96-117-17	12,0	0,99	87,79	8,22	0,70	0,09	0,23	1,98

Insgesamt stellen diese Böden die nach Gesteinsrohböden empfindlichsten Böden im Hinblick auf Störungen dar. Sie haben insgesamt eine sehr beschränkte Wasserspeicherfähigkeit, und durch ihr geringes Volumen auch nur eine eingeschränkte Filterfähigkeit für Schadstoffe. Im Bezug auf die Baumernährung stellt die Stickstoffernährung und eventuell die Manganernährung einen limitierenden Faktor dar. Solange auf derartigen Standorten keine anthropogen induzierten Störungen auftreten, stehen Nährstoffmineralisation und Aufnahme durch die Vegetation im Gleichgewicht. Kahlschlagphasen oder größere Biomasseentnahmen führen einerseits zu Nährstoffentzügen, andererseits führen Erosion und Mineralisation unter solchen Umständen zum Verlust der (durchwurzelbaren) Bodendecke.

Tabelle 3: Chemische Bodenanalysen des Profiles Bärenriedlau 1c

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
L	96-117-18	2,0	-	-	51,68	-	0,51	0,23	0,02	101,8
F	96-117-19	7,0	-	-	50,89	-	1,34	0,28	0,05	37,9
H	96-117-20	7,0	4,90	3,90	44,72	-	1,49	0,22	0,05	29,9

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
L	96-117-18	2,0	0,03	0,43	0,02	0,01	54	243	226	10	63
F	96-117-19	7,0	0,05	0,99	0,05	0,01	159	1397	1200	24	108
H	96-117-20	7,0	0,05	1,34	0,05	0,01	95	2313	2497	17	125

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE .kg ⁻¹]
L	96-117-18	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
F	96-117-19	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
H	96-117-20	7,0	56	3935	107	29	17	4	5	209

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
L	96-117-18	2,0	-	-	-	-	-	-	-
F	96-117-19	7,0	-	-	-	-	-	-	-
H	96-117-20	7,0	0,69	93,92	4,21	0,60	0,30	0,11	0,17

Einen ebenfalls überraschend reinen Kalk stellt der Hierlatzkalk, ein intensiv gefärbter Jurakalk, dar. Ein Handstück von der Feichtau zeigt ebenfalls einen 100 %-igen Calzitgehalt. Auch dieser Kalk neigt zu intensiver Verkarstung. Die mächtigen Braunlehmdecken der Feichtau stammen vermutlich aus den vergesellschafteten Mergeln und Hornsteinkalken. Analysen dieser Böden und Gesteine wären für den weiteren Projektfortschritt sinnvoll.

im Rahmen des laufenden Projektes ein Profil im unmittelbaren Nahbereich der Seelacke chemisch analysiert.

Den dürtigsten Profilaufbau zeigt das Profil g8, bei dem Feinmoder in Felsspalten undeutlich in schwach braunlehmbeeinflusstes Ahb-Material übergeht (Tabelle 2).

Tabelle 4: Beschreibung des Profiles Mieseck g8

Bestand: Fichte/Lärche, 80 % Überschirmung

Humustyp: mullartiger Moder

Bodentyp: Rendzina (H-C-Boden)

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L/F	1	locker bis schwach verklebte Fichten/Lärchenstreu
H/Ahb	3-5 cm in Fels- spalte	feinkrümelig

Die chemische Analyse dieses Profiles (Tabelle 5) belegt ein relativ enges C/N-Verhältnis und einen hohen pH-Wert im H/Ahb-Übergangshorizont. Die Basengehalte, insbesondere auch der Kaliumgehalt sind hoch. Die Kationenaustauschkapazität ist ebenfalls sehr hoch, wobei am Austauscher Ca gefolgt von Mg und K dominiert. Auch P liegt zu einem überdurchschnittlichen Anteil vor.

Tabelle 5: Chemische Bodenanalysen des Profiles Mieseck g8

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
H/Ahb		3-5	7,20	6,60	16,67	-	1,10	-	0,13	15,2

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
H/Ahb		3-5	0,64	2,24	0,79	-	-	-	-	-	-

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE .kg ⁻¹]
H/Ahb		3-5	125	16360	642	26	38	4	2	875

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
H/Ahb		3-5	0,36	93,27	6,04	0,13	0,16	0,03	0,02

Stärker vom unterlagerten Gestein entkoppelt ist Profil i8 in einem Fichtenreinbestand (Tabelle 6 und 7).

3.2 Böden auf dolomitisiertem Kalk oder auf Kalk/Dolomit-Kolluvien:

Im Bereich der flachen Gipfelkuppe des Mieseck stellen Verzahnungen von Plattenkalk und Hauptdolomit das Ausgangsgestein für die Bodenbildung dar. Die Übergänge zwischen diesen Gesteinen sind unscharf (Haseke, 1996, Gärtner et al., 1994). Eine röntgendifraktometrische Analyse von Gestein im unmittelbaren Bereich der Testfläche 1 der Pilotstudie Karbonatböden (Katzensteiner, 1996) (Profil i3, Lage: Rechtswert: 531600, Hochwert: 298000; ca 20 % geneigter, ausgeglichener Mittelhang, N-exponiert) zeigt Abbildung 2.

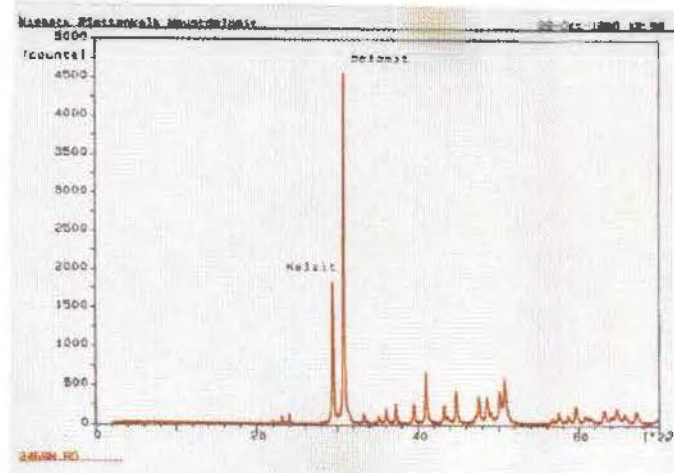


Abbildung 2: Röntgendifraktogramm von Plattenkalk/Hauptdolomit (69 % Dolomit, 31 % Calzit)

Das Gestein ist aus ca. 1/3 Calzit und 2/3 Dolomit aufgebaut. Ob die beiden Facies kolluvial durchgemengt vorliegen oder ob ein echter Mischtyp vorliegt, könnten nur weiterführende Untersuchungen klären. Für die Bodengenese ist viel mehr entscheidend, daß im Difraktogramm keine Spuren von Silikaten aufscheinen (Nachweisgrenze ca 1 %).

Die Analyse eines Bvrel-Horizontes eines reliktschen Braunlehmes von dieser Fläche zeigt mit 28 % Quarz, 63 % Schichtsilikaten und 3 % Feldspäten eine deutlich verschiedene Zusammensetzung vom unterlagerten Gestein. 1% Calzit und 1% Dolomit sind in Form von Gesteinszerreißeln fein im Profil verteilt.

Die Zusammensetzung des Ausgangsgesteines läßt es unwahrscheinlich erscheinen, daß eine wesentliche holozäne Bodenentwicklung stattgefunden hat. Vielmehr handelt es sich bei diesem Braunlehm wahrscheinlich um Relikte pliozäner Bodenbildungsvorgänge. Dies steht auch im Einklang mit Haseke (1993), der dieses Gebiet als 'Altlandschaft' einordnet. Da das Gebiet im periglazialen Bereich lag, blieben zum Teil ausgeprägte Braunlehmdecken erhalten. Zusätzlich ist Staublehmeinfluß wahrscheinlich, abzuklären wäre dies über Schwermineralanalysen.

Dieser Braunlehm liegt allerdings kleinflächig in sehr unterschiedlicher Mächtigkeit vor. Um diesen Mosaikcharakter zu untersuchen, wurden in der Pilotstudie Karbonatböden (Katzensteiner, 1996) eine Reihe von Profilen analysiert. zusätzlich wurde

Tabelle 6: Beschreibung des Profiles Mieseck i8

Bestand: Fichtenreinbestand, 90 % Überschirmung

Humustyp: Moder

Bodentyp: Braunlehm-Rendzina

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L	2	schwach verklebte Fichtennadeln, undeutlich übergehend in F
F	1	schichtig, absetzend zu H
H	4	locker bis feinkrümelig, undeutlich übergehend in Ahb/hi
Ahb/hi	5	blockig, mittel durchwurzelt, übergehend in Bvrel/C
Bvrel/C	4	lehmig, 50 % Grobgrus, schwachdurchwurzelt

Tabelle 7: Chemische Bodenanalysen des Profiles Mieseck i8

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
H/Ahb	95-46-01	5,0	4,70	3,80	26,16	-	1,58	-	0,12	16,6
Ahb-hi	95-46-02	5,0	4,40	3,60	12,92	-	0,80	-	0,10	16,2
Bvrel/C	95-46-03	4,0	5,60	5,20	9,06	-	0,61	-	0,09	14,8

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
H/Ahb	95-46-01	5,0	0,49	0,48	0,52	-	-	-	-	-	-
Ahb-hi	95-46-02	5,0	0,68	0,27	0,78	-	-	-	-	-	-
Bvrel/C	95-46-03	4,0	0,63	0,62	0,75	-	-	-	-	-	-

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE .kg ⁻¹]
H/Ahb	95-46-01	5,0	526	4850	548	44	106	152	328	339
Ahb-hi	95-46-02	5,0	160	1730	306	28	192	70	846	190
Bvrel/C	95-46-03	4,0	744	4910	720	28	96	10	24	330

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
H/Ahb	95-46-01	5,0	3,97	71,41	13,31	0,56	1,14	2,41	7,17
Ahb-hi	95-46-02	5,0	2,15	45,37	13,24	0,64	3,68	1,98	32,93
Bvrel/C	95-46-03	4,0	5,76	74,17	17,94	0,37	1,06	0,16	0,54

Die biologische Aktivität dieser Humusform ist etwas geringer, die pH-Werte sind deutlich niedriger. Die Austauschkapazität ist jedoch durchschnittlich und die Basensättigung hoch.

Einen etwas reiferen Profilaufbau zeigen Profil g6 und i6 (Tabelle 8 und 9, 10 und 11).

Tabelle 8: Beschreibung des Profiles Mieseck g6

Bestand: Fichten/Buchen/Lärchenmischbestand 90 % Überschirmung
Humustyp: Mull
Bodentyp: Braunlehrendzina

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L	2	lockere Fichten/Buchenstreu, allmählich übergehend in F
F	1	verklebt, scharf absetzend zu Ahb
Ahb	16	feinkrümelig, mäßig durchwurzelt, allmählich übergehend in A/Bvrel
A/Bvrel	4	10 % Mittelgrus, krümelig-schwach blockig-polyedrisch

Tabelle 9: Chemische Bodenanalysen des Profiles Mieseck g6

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb1	95-45-04	5,0	6,10	5,50	13,14	-	0,86	-	0,11	15,2
Ahb2	95-45-05	5,0	6,00	5,50	13,45	-	0,87	-	0,10	15,4
Ahb/Bvrel	95-45-06	10,0	6,90	6,40	9,21	-	0,64	-	0,11	14,4

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb1	95-45-04	5,0	0,83	1,39	1,04	-	-	-	-	-	-
Ahb2	95-45-05	5,0	0,81	1,47	0,96	-	-	-	-	-	-
Ahb/Bvrel	95-45-06	10,0	0,93	1,62	1,12	-	-	-	-	-	-

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE . kg ⁻¹]
Ahb1	95-45-04	5,0	154	11990	430	24	352	8	14	653
Ahb2	95-45-05	5,0	123	12490	382	24	404	10	22	676
Ahb/Bvrel	95-45-06	10,0	246	13470	600	24	20	6	4	730

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb1	95-45-04	5,0	0,80	91,63	5,42	0,16	1,96	0,07	0,16
Ahb2	95-45-05	5,0	0,46	92,23	4,65	0,15	2,18	0,08	0,24
Ahb/Bvrel	95-45-06	10,0	0,86	92,05	6,76	0,14	0,10	0,05	0,04

Tabelle 10: Beschreibung des Profiles Mieseck i6

Bestand: Fichten/Buchen/Lärchenmischbestand

Humustyp: Mull

Bodentyp: braunlehmbeeinflusste Rendzina

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L	1,5	lockere bis schwach schichtige Buchenstreu, unscharf übergehend in F
F	2	schichtig, scharf absetzend von Ahb
Ahb	10	krümelig, schwach blockig, mittel durchwurzelt, übergehend in Ahb/Bvrel
Ahb/Bvrel	14	5 % Feingrus, krümelig-schwachblockig polyedrisch, mittel durchwurzelt

Tabelle 11: Chemische Bodenanalysen Profil Mieseck i6

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb1	95-46-04	5,0	5,40	4,70	14,95	-	0,87	-	0,10	17,3
Ahb2	95-46-05	5,0	6,20	5,60	11,39	-	0,67	-	0,11	17,1
Ahb/Bvrel1	95-46-06	10,0	6,70	6,20	8,65	-	0,54	-	0,10	15,9
Ahb/Bvrel2	95-46-07	4,0	6,90	6,40	7,44	-	0,51	-	0,10	14,5

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb1	95-46-04	5,0	0,53	0,85	0,69	-	-	-	-	-	-
Ahb2	95-46-05	5,0	0,50	1,12	0,67	-	-	-	-	-	-
Ahb/Bvrel1	95-46-06	10,0	0,68	1,18	1,07	-	-	-	-	-	-
Ahb/Bvrel2	95-46-07	4,0	0,79	1,36	1,01	-	-	-	-	-	-

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE .kg ⁻¹]
Ahb1	95-46-04	5,0	125	7610	248	24	76	13	64	413
Ahb2	95-46-05	5,0	86	9830	220	24	50	7	4	514
Ahb/Bvrel1	95-46-06	10,0	84	10770	266	24	22	6	4	564
Ahb/Bvrel2	95-46-07	4,0	230	11600	290	26	11	5	4	611

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb1	95-46-04	5,0	0,78	92,03	4,95	0,25	0,67	0,17	1,15
Ahb2	95-46-05	5,0	0,43	95,37	3,52	0,20	0,35	0,07	0,06
Ahb/Bvrel1	95-46-06	10,0	0,38	95,30	3,88	0,19	0,14	0,06	0,05
Ahb/Bvrel2	95-46-07	4,0	0,96	94,79	3,91	0,19	0,06	0,04	0,05

Diese Profile sind biologisch hoch aktiv, was auch hohe pH-Werte und enge C/N-Verhältnisse zeigen. Verglichen mit der WBZI sind die K und P-Gehalte überdurchschnittlich hoch, die Ca- und Mg-Gehalte liegen im üblichen Rahmen.

Die Kationenaustauschkapazität ist ebenfalls sehr hoch, wobei wiederum Ca, gefolgt von Mg und K dominiert. Auffällig ist auch der hohe Mn-Gehalt am Austauscher im Vergleich zu den von den sonstigen Standorten analysierten Profilen. Die geringe Streuung der chemischen Kennwerte über den Profilverlauf zeigt die gute biogene Durchmischung an.

Eine zunehmende Mächtigkeit des Braunlehmes zeigen Profil i3 und h2 (Tabelle 12 und 13, 14 u. 15)

Profil i3, aus dessen Bvrel-g-Horizont die röntgendiffraktometrische Analyse stammt, ist bis in den unteren Teil des Ahb-Horizontes carbonathaltig, Profil h2 sogar bis zur Bodenoberfläche. Die Ca- Gesamtgehalte nehmen im Verhältnis zum vorhergehenden Profil bei beiden Profilen deutlich zu, auffallend ist auch die Zunahme des Magnesiumanteiles am Austauscher im Profil i3, die im Profil h2 nicht gegeben ist. Sehr gering ist der Mn-Anteil am Austauscher von Profil h2.

Tabelle 12: Beschreibung des Profiles Mieseck i3

Bestand:	<i>Schlagfläche mit üppiger Schlagflora vorwiegend aus Calamagrostis varia</i>	
Humustyp:	<i>Mull,</i>	
Bodentyp:	<i>pseudovergleyter Braunlehm</i>	
Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L	2	<i>Buchenstreu, Gras, Holz locker gelagert</i>
F	1	<i>schichtig</i>
Ahb1	7	<i>stark humos, krümelig, allmählich übergehend in Ahb2</i>
Ahb2	10	<i>krümelig blockig, ca 30% Grobgrus, absetzend zu Bvrel-g</i>
Bvrel-g	16	<i>blockig-massig, Bodenart tonig schluffig, undeutliche Bleichflecken, vereinzelt Konkretionen</i>

Tabelle 13: Chemische Bodenanalyse Profil Mieseck i3

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb1	95-48-04	5,0	6,40	5,60	21,00	-	1,09	-	0,13	19,3
Ahb2	95-48-05	5,0	7,20	6,90	15,97	0,38	0,96	-	0,14	16,6
Ahb/Bvrel	95-48-06	10,0	8,10	7,30	9,00	0,74	0,63	-	0,13	14,4
Bvrelg1	95-48-07	10,0	7,90	7,20	4,60	1,28	0,33	-	0,12	13,9
Bvrelg2	95-48-08	3,0	8,30	7,50	5,01	0,88	0,27	-	0,12	18,4

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb1	95-48-04	5,0	0,79	1,88	1,00	-	-	-	-	-	-
Ahb2	95-48-05	5,0	0,84	2,38	1,32	-	-	-	-	-	-
Ahb/Bvrel	95-48-06	10,0	0,84	2,97	1,60	-	-	-	-	-	-
Bvrelg1	95-48-07	10,0	0,87	3,05	1,85	-	-	-	-	-	-
Bvrelg2	95-48-08	3,0	0,93	5,18	2,69	-	-	-	-	-	-

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE . kg ⁻¹]
Ahb1	95-48-04	5,0	141	13830	1590	22	174	6	4	83
Ahb2	95-48-05	5,0	116	14760	1750	26	-	-	-	88
Ahb/Bvrel	95-48-06	10,0	104	14100	1450	26	-	-	-	83
Bvrelg1	95-48-07	10,0	88	11900	1296	28	-	-	-	70
Bvrelg2	95-48-08	3,0	82	11120	1116	20	-	-	-	65

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb1	95-48-04	5,0	0,43	82,90	15,72	0,11	0,76	0,04	0,04
Ahb2	95-48-05	5,0	0,34	83,26	16,28	0,13	-	-	-
Ahb/Bvrel	95-48-06	10,0	0,32	85,11	14,44	0,14	-	-	-
Bvrelg1	95-48-07	10,0	0,32	84,35	15,15	0,17	-	-	-
Bvrelg2	95-48-08	3,0	0,32	85,41	14,14	0,13	-	-	-

Tabelle 14: Beschreibung des Profiles Mieseck h2

Bestand: Schlagfläche

Humustyp: Mull

Bodentyp: Braunlehm

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L/F	0,5	abgestorbenes Gras und Wurzeln, teilweise Astmaterial, undeutlich abgegrenzt von Ahb1
Ahb1	6	feinkrümelig, mittel durchwurzelt, allmählich übergehend in Ahb2
Ahb2	6	krümelig/blockig, schwach durchwurzelt, allmählich übergehend in Ahb/Bvrel
Ahb/Bvrel	6	krümelig/blockig/polyedrisch, 10 % Feingrusanteil, schwach durchwurzelt, allmählich übergehend in Bvrel
Bvrel	19	toniger Lehm, blockig/polyedrisch, 20 % Feingrus

Tabelle 15: Chemische Bodenanalyse Profil Mieseck h2

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb1	95-49-03	5,0	7,20	6,80	10,02	-	0,77	-	0,12	13,0
Ahb2	95-49-04	5,0	7,90	7,40	7,51	0,89	0,63	-	0,12	11,8
Ahb/Bvrel	95-49-05	10,0	8,70	7,80	3,66	3,18	0,34	-	0,09	10,7
Bvrel1	95-49-06	10,0	8,70	7,70	1,22	5,68	0,15	-	0,07	7,9
Bvrel2	95-49-07	7,0	8,70	7,70	1,72	5,75	0,19	-	0,08	8,9

HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fa [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb1	95-49-03	5,0	0,78	1,80	1,05	-	-	-	-	-	-
Ahb2	95-49-04	5,0	0,78	2,79	1,13	-	-	-	-	-	-
Ahb/Bvrel	95-49-05	10,0	0,65	11,77	1,43	-	-	-	-	-	-
Bvrel1	95-49-06	10,0	0,54	19,89	1,80	-	-	-	-	-	-
Bvrel2	95-49-07	7,0	0,58	17,43	2,39	-	-	-	-	-	-

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE . kg ⁻¹]
Ahb1	95-49-03	5,0	108	13500	452	22	10	5	2	72
Ahb2	95-49-04	5,0	76	14840	382	18	-	-	-	77
Ahb/Bvrel	95-49-05	10,0	58	11120	266	22	-	-	-	58
Bvrel1	95-49-06	10,0	56	7540	208	17	-	-	-	40
Bvrel2	95-49-07	7,0	70	7160	254	17	-	-	-	38

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb1	95-49-03	5,0	0,39	94,17	5,20	0,13	0,05	0,03	0,02
Ahb2	95-49-04	5,0	0,25	95,59	4,06	0,10	-	-	-
Ahb/Bvrel	95-49-05	10,0	0,26	95,80	3,78	0,17	-	-	-
Bvrel1	95-49-06	10,0	0,36	95,12	4,33	0,19	-	-	-
Bvrel2	95-49-07	7,0	0,47	93,84	5,49	0,20	-	-	-

Eine deutlich unterschiedliche Bodendynamik zeigt die Braunlehmdecke in der Seelacke, bei der die Bodenentwicklung stark hydromorph überprägt ist (Tabelle 16 und 17).

Dieses Profil ist vom unterlagerten Plattenkalk stark entkoppelt, die pH-Werte sind für einen karbonatbeeinflussten Boden niedrig. Die Kationenaustauschkapazität ist mit < 100 sehr niedrig, Al nimmt bereits einen wesentlichen Anteil an der Austauschbelegung ein. Die Corg-Gehalte sind sehr niedrig.

Sehr deutlich kommt in der Analyse die Fe- und Mn-Anreicherung im Bsg-Horizont. Insgesamt sind die Mn-Gehalte wesentlich höher als diejenigen von WBZI-Vergleichsböden.

Tabelle 16: Beschreibung des Profiles Seelacke 1a

<i>Lage:</i>			<i>Rechtswert: 531600, Hochwert: 297800</i>
			<i>Flache, braunlehmverfüllte Doline mit Tümpel im Zentrum (Profil aus dem Randbereich);</i>
<i>Humustyp:</i>			<i>Hydromorpher Mull</i>
<i>Bodentyp:</i>			<i>Stagnogley</i>
<i>Horizont</i>	<i>Mächtigkeit [cm]</i>	<i>Beschreibung</i>	
<i>L/F</i>	<i>1</i>	<i>lockere Buchenstreu und Moose</i>	
<i>Ahbg 1</i>	<i>4</i>	<i>krümelig blockig, schwach humos, zahlreiche Konkretionen; vermutlich überlagert, scharf abgegrenzt von Ahbg 2 (beg)</i>	
<i>Ahbg 2 (beg)</i>	<i>5</i>	<i>krümelig-blockig-schwammig, stark humos, zahlreiche Konkretionen, undeutlich übergehend in Eg</i>	
<i>Eg</i>	<i>3</i>	<i>fahl, zahlreiche Konkretionen, massige Struktur, tonig, scharf abgegrenzt von Bsg</i>	
<i>Bsg</i>	<i>2,5</i>	<i>intensiv rostbraun-schokoladebraun, ortsteinartig verfestigt, scharf abgegrenzt zu P1</i>	
<i>P1</i>	<i>8</i>	<i>grobblockig-prismatisch, Grobporen mit Krümeln verfüllt, rostfleckig, zahlreiche Konkretionen allmählich, übergehend in S</i>	
<i>S</i>	<i>29</i>	<i>fahl ocker, Rost- und Bleichflecken, strukturlos massig, zahlreiche Konkretionen</i>	

Tabelle 17: Chemische Bodenanalyse Profil Seelacke 1a

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahbg1	96-116-10	4,0	4,70	3,90	3,82	-	0,35	0,05	0,12	11,0
Ahbg2(beg)	96-116-11	5,0	4,70	3,90	5,44	-	0,46	0,06	0,14	12,0
Eg	96-116-12	3,0	4,90	4,00	1,32	-	0,13	0,02	0,10	10,0
Bsg	96-116-13	2,5	5,70	4,60	1,69	-	0,13	0,04	0,11	13,2
P1	96-116-14	8,0	5,30	4,40	1,43	-	0,13	0,02	0,10	10,9
S	96-116-15	29,0	5,20	4,40	1,07	-	0,09	0,02	0,09	11,7

Königswasseraufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahbg1	96-116-10	4,0	0,40	0,23	0,67	0,01	1763	39405	29453	19	150
Ahbg2(beg)	96-116-11	5,0	0,40	0,15	0,60	0,01	735	31020	27893	17	150
Eg	96-116-12	3,0	0,39	0,16	0,66	0,01	503	35078	30000	15	203
Bsg	96-116-13	2,5	0,34	0,14	0,55	0,01	5850	109500	26858	16	135
P1	96-116-14	8,0	0,39	0,19	0,64	0,01	3825	44250	29603	17	128
S	96-116-15	29,0	0,47	0,22	0,71	0,01	2588	46500	33398	18	135

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol lE .kg ⁻¹]
Ahbg1	96-116-10	4,0	106	828	120	34	94	7	412	90
Ahbg2(beg)	96-116-11	5,0	72	696	86	28	48	9	556	88
Eg	96-116-12	3,0	50	642	64	32	28	6	412	72
Bsg	96-116-13	2,5	50	1060	130	34	146	5	140	82
P1	96-116-14	8,0	60	1156	120	32	110	6	206	90
S	96-116-15	29,0	70	1438	136	28	40	5	156	99

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahbg1	96-116-10	4,0	3,02	46,07	11,01	1,65	3,82	0,40	34,03
Ahbg2(beg)	96-116-11	5,0	2,09	39,34	8,02	1,38	1,98	0,55	46,65
Eg	96-116-12	3,0	1,78	44,58	7,33	1,94	1,43	0,46	42,47
Bsg	96-116-13	2,5	1,55	64,26	13,00	1,80	6,46	0,34	12,60
P1	96-116-14	8,0	1,70	64,06	10,97	1,55	4,45	0,33	16,94
S	96-116-15	29,0	1,80	72,29	11,28	1,23	1,48	0,28	11,64

Insgesamt sind die am Testplot Mieseck verbreiteten Böden für Verhältnisse auf Kalk sehr günstig zu beurteilen. Trotz des hohen Skelettgehaltes bieten die humosen, gut strukturierten Böden gute Wasser- und Nährstoffspeicherung. Die - wie sich in der Pilotstudie Karbonatböden gezeigt hat - rasche Regeneration der Bodenflora und der Verjüngung, verhindert auch nach Windwürfen Nährstoffverluste. Hinsichtlich der Schadstoffpufferung sind diese Böden günstig zu beurteilen. Einzig Bodenverdichtung und Erosion durch unpflegliche forstliche Bringungsmaßnahmen oder Nährstoffentzüge durch Vollbaumernte stellen auf derartigen Standorten eine potentielle Gefahr dar.

3.3. Bodenentwicklung auf Dolomit:

Große Teile des Nationalparks werden von Hauptdolomit, einem grauweiß bis gelblichweißen, zuckerkörnigem Dolomit aufgebaut. Der untere Dolomit im Grenzbereich zum liegenden Opponitzer Kalk zeigt zum Teil zellige Auflockerungen (Atlas zur Geologie Nationalpark Kalkalpen, Gärtner et al., 1994).

Ein mineralogisch sehr reiner Dolomit (100 %) wurde aus dem Bereich des Sinnreitner-Bodens, knapp an der Grenze zum überlagernden Plattenkalk analysiert. Dieser Dolomit zeigt praktisch keine tonigen Verunreinigungen und damit auch eine sehr geringe Kapazität zur Bodenbildung.

Tabelle 18: Röntgendifraktometrische Feinbodenanalyse vom Profil Sinnreitnerboden 1b im Vergleich zum Profil Mieseck i3

Anteile [%]	Quarz	Schichtsilikate	Feldspäte	Calzit	Dolomit
Mieseck i3	28	63	3	1	5
Sinnreitnerboden 1b	18	45	2	0	35

Die Analyse des zugehörigen Bodenprofils (Tabelle 19 und 20) von kolluvial im Profil eingemengten Bvrel-Material zeigt aber eine deutliche Anreicherung von Quarz, Feldspäten und Schichtsilikaten. Die Relation dieser Komponenten entspricht ungefähr jener des Braunlehms vom oberhalb angrenzenden Mieseck, was auch auf die Herkunft dieses Braunlehmekolluviums rückschließen läßt. Freier Calzit kann in diesem Profil nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 19: Beschreibung des Profiles Sinnreitnerboden 1b

Lage:	Rechtswert: 532900, Hochwert 298200 SE-exponierter Mittelhang, ca 35% geneigt
Bestand	Mischbestand mit 70 % Buche, 10 % Bergahorn und 20 % Fichte
Bodenvegetation:	<i>Galium odoratum</i> 1, <i>Helleborus niger</i> +, <i>Senecio ovatus</i> agg.+, <i>Lamium galeobdolon</i> +, <i>Athyrium filix mas</i> +, <i>Sanicula europaea</i> 1, <i>Viola</i> sp. +, <i>Cyclamen purpurascens</i> +, <i>Oxalis acetosella</i> 1, <i>Primula</i> sp. +, <i>Prenanthes purpurea</i> +, <i>Polygonatum multiflorum</i> +, <i>Cardamine trifolia</i> +, <i>Hypericum maculatum</i> +, <i>Fragaria</i> sp. +
Humustyp:	mullartiger Moder (nur bei analysiertem Profil; kleinflächig wechselnd; meist milder Mull)
Bodentyp:	braunlehmbeeinflusste Dolomitrendzina

Tabelle 19: Fortsetzung - Beschreibung des Profiles Sinnreitnerboden 1b:

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L,F	1	Buchenstreu, schichtig
H	bis 4	nestartig, locker bis feinkrümelig, undeutlich übergehend in Ahb
Ahb	8	feinkrümelig sehr stark durchwurzelt, allmählich übergehend in Ahb/Bvrel
Ahb/Bvrel	11,5	krümelig bis polyedrisch feinblockig, Skelettgehalt 10 % Mittelgrus, stark durchwurzelt, übergehend in Ahb/Bvrel/C
Ahb/Bvrel/C	14	Skelettgehalt 60 % Mittel bis-Grobgrus, mittel durchwurzelt, scharf absetzend zu Bvrel/C
Bvrel/C	18	>90 % Grobgrus, Braunlehm als 'Coating' auf Gesteinsoberfläche

Tabelle 20: Chemische Bodenanalyse des Profiles Sinnreitnerboden 1b

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
H	96-117-10	4,0	5,40	4,60	31,02	-	0,95	0,17	0,07	32,8
Ahb	96-117-11	8,0	6,30	5,80	8,95	-	0,52	0,07	0,10	17,1
Ahb/Bvrel	96-117-12	11,5	7,30	6,70	5,74	-	0,44	0,06	0,11	13,2
Ahb/Bvrel/C	96-117-13	14,0	8,20	7,40	4,20	3,93	0,30	0,03	0,09	14,2
Bvrel/C	96-117-14	18,0	8,40	7,60	1,73	8,61	0,09	0,00	0,03	19,0

Königswasseraufschluß bzw. H-Horizont HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
H	96-117-10	4,0	0,30	0,81	0,44	0,01	334	17178	18929	35	142
Ahb	96-117-11	8,0	0,39	0,76	0,99	0,01	1560	38738	36765	28	128
Ahb/Bvrel	96-117-12	11,5	0,43	0,99	1,14	0,01	1800	37125	41400	16	128
Ahb/Bvrel/C	96-117-13	14,0	0,38	7,10	4,46	0,01	1358	32550	31200	14	68
Bvrel/C	96-117-14	18,0	0,23	15,22	8,42	0,02	465	15855	16140	13	41

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE.kg ⁻¹]
H	96-117-10	4,0	72	802	151	17	27	4	8	57
Ahb	96-117-11	8,0	92	786	150	42	72	6	3	59
Ahb/Bvrel	96-117-12	11,5	70	5960	1160	40	4	6	3	397
Ahb/Bvrel/C	96-117-13	14,0	60	5210	1058	32	2	6	3	351
Bvrel/C	96-117-14	18,0	39	2590	490	34	2	6	3	173

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
H	96-117-10	4,0	3,24	70,44	21,87	1,30	1,73	0,37	1,04
Ahb	96-117-11	8,0	3,99	66,54	20,94	3,10	4,45	0,55	0,43
Ahb/Bvrel	96-117-12	11,5	0,45	74,89	24,04	0,44	0,03	0,08	0,06
Ahb/Bvrel/C	96-117-13	14,0	0,44	74,15	24,83	0,40	0,02	0,10	0,07
Bvrel/C	96-117-14	18,0	0,58	74,84	23,35	0,86	0,03	0,19	0,14

Bodengenetisch sehr ähnlich ist auch das Profil Anriß 1a (Tabelle 21).

Tabelle 21: Beschreibung des Profiles Anriß 1a

Lage: Rechtswert: 532500, Hochwert: 298700
 N-exponierter, 90 % geneigter Mittelhang
 Bestand: 70 % Fichte, 20 % Buche und 10 % Lärche
 Humustyp: Milder Mull
 Bodentyp: braunlehmbeeinflusste Dolomitrendzina

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L/F	1	Lockere Buchenstreu
Ahb	18	krümelig, sehr stark durchwurzelt, Skelettgehalt < 10 % Mittel- und Feingrus, allmählich übergehend in Ahb/C
Ahb/C	11,5	50 % Skelettgehalt, Feinboden krümelig, scharf absetzend zu (Bvrel)/C
(Bvrel)/C	17	90 % Skelettanteil; Grob- und Mittelgrus, kolluvial eingemengter, polyedrisch strukturierter Braunlehm in den Klüften; sehr grobporenreich

Tabelle 22: Chemische Bodenanalyse Profil Anriß 1a

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb	96-116-07	18,0	7,60	7,10	12,35	0,72	0,76	0,12	0,10	16,2
Ahb/C	96-116-08	11,5	8,30	7,50	8,62	1,75	0,60	0,08	0,09	14,4
(Bvrel)/C	96-116-09	17,0	8,20	7,70	5,69	3,35	0,39	0,06	0,08	14,5

Königswasseraufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb	96-116-07	18,0	0,51	2,89	1,96	0,02	735	35880	38475	21	129
Ahb/C	96-116-08	11,5	0,49	4,86	2,78	0,02	750	36240	40140	17	119
(Bvrel)/C	96-116-09	17,0	0,39	8,21	5,14	0,02	690	30878	33405	15	98

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE.kg ⁻¹]
Ahb	96-116-07	18,0	94	11260	2260	32	4	6	2	752
Ahb/C	96-116-08	11,5	78	9850	3580	28	2	6	0	790
(Bvrel)/C	96-116-09	17,0	66	7830	1470	33	2	5	1	515

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb	96-116-07	18,0	0,32	74,69	24,73	0,18	0,02	0,04	0,02
Ahb/C	96-116-08	11,5	0,25	62,23	37,31	0,15	0,01	0,04	0,00
(Bvrel)/C	96-116-09	17,0	0,33	75,83	23,48	0,28	0,01	0,05	0,01

Der Braunlehmeinfluß ist auf die oberen 20 bis 30 cm des Profils beschränkt. Die Böden sind sehr klüftig und zeigen aufgrund des hohen Skelettgehaltes eine eingeschränkte Wasserspeicherfähigkeit. Die tiefgründig vergrusten Dolomite sind auch erosionsanfällig. Der auf die oberste Schicht beschränkte Braunlehmeinfluß stellt demnach das einzige 'Kapital' für die Vegetationsentwicklung dar.

Bei laubholzreicher Bestockung zeigen die Böden eine günstige Humusumsetzung. Die C/N-Verhältnisse sind eng, die pH-Werte sind sehr hoch. P, K, Cu und Zn zeigen eine deutliche Anreicherung in den Ahb-Horizonten, was auf eine biogene Anreicherung hindeutet (Tabelle 20 und 22). Die Kationenaustauschkapazität ist in beiden Profilen mittel bis hoch, wobei Mg bis über 25 % der Austauscherplätze belegt. Die K-Gehalte am Austauscher sind nur in den stark humosen Profiltteilen hoch, nehmen aber über die Profiltiefe rapide ab.

Die analysierten Profile zeigen die 'Optimalvariante' von Dolomitrendzinen. Bei fehlendem kolluvialen Braunlehmeinfluß stellen Dolomitböden die nährstoffärmsten und trockensten Standorte dar.

Etwas unterschiedlich zu den beiden beschriebenen Profilen ist eine Dolomitrendzina aus dem weiter oben beschriebenen tiefer gelegenen Teil des Hauptdolomites im Tal des vorderen Rettenbaches. Das Ausgangsgestein, ein ebenfalls sehr reiner Dolomit mit einem Calzitanteil von ca. 1 % (Abbildung 3) ist sehr mürbe und hohlraumreich und macht einen rauhwackeähnlichen Eindruck. Das Gestein ist nicht sehr stabil und vergrust 'mehlig'. Der Anteil toniger Verwitterungsrückstände ist ebenfalls unter der Nachweisgrenze.

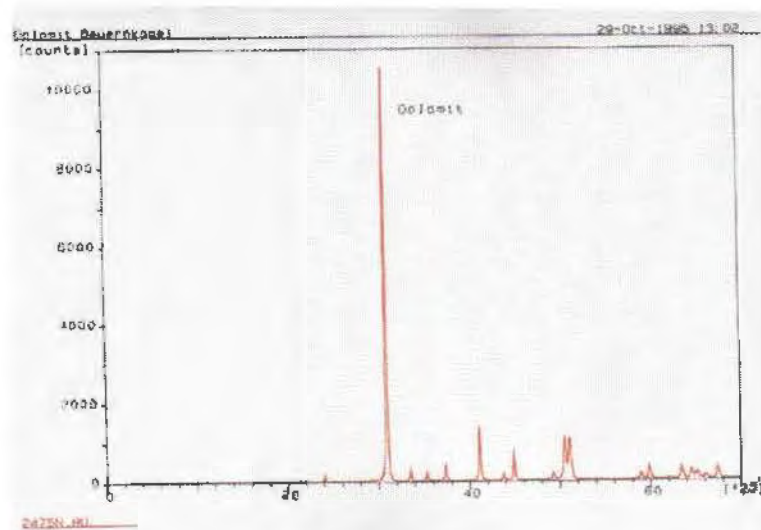


Abbildung 3: Röntgendifraktogramm von Hauptdolomit (99 % Dolomit, 1 % Calzit)

Das Bodenprofil wird in Tabelle 23 beschrieben:

Tabelle 23: Beschreibung des Profiles Bauernkogel 1c

Lage:	Rechtswert: 515200, Hochwert: 294200 N-exponierter, 110 % geneigter, ausgeglichener Unterhang; daneben Dolomitplaike,	
Bestand:	70-80 % Buche, 20 % Fichte, vereinzelt Tanne, eingesprengt Eibe	
Humustyp:	mullartiger Moder	
Bodentyp:	schwach braunlehmbeeinflusste Dolomitrendzina	
Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L,F	0,1	vereinzelte Buchenblätter
H	4,5	locker bis bröckelig, stark durchwurzelt, undeutlich übergehend in Ahb
Ahb	5,5	feinkrümelig, mittel bis stark durchwurzelt, stark humos, allmählich übergehend in Bvrel/C 1
Bvrel/C 1	10 cm	ca 10 % Mittelgrus, Bodenart feinsandig-schluffig (fein aufgewitterter Dolomit), schwach blockige Struktur, gering durchwurzelt, ockerfarben undeutlich übergehend in (Bvrel)/Cv
(Bvrel)/Cv	8,5 cm	ca. 30 % Mittelgrus und Feingrus in feinsandig-schluffigem aufgewittertem Dolomit, Einzelkornstruktur, schwache Ockerfärbung, allmählich übergehend in Cv
Cv	25 cm	ca 50 % Mittel bis Feingrus, Feinboden: feinsandig-schluffig, Einzelkornstruktur

Das Profil zeigt bis oben hin einen sehr hohen Karbonatgehalt und verglichen mit der WBZI und den anderen Profilen extrem geringe Fe und Mn-Gehalte (Tabelle 24). Die P-Gehalte sind durchschnittlich, die K-Gehalte, ebenso wie die Cu und Zn-Gehalte liegen sogar unter dem 10er-Perzentil der WBZI-Profile. Der Austauscher ist praktisch zu 100 % von Ca und Mg belegt.

Im Bezug auf N-, K- und Spurenelementernährung ist dieser Boden extrem arm. Die Wasserspeicherfähigkeit ist durch den feinsandig-schluffig verwitternden Dolomit ausreichend. Das aufgewitterte Gestein ist erosionsanfällig und neigt bei Anschnitt durch Forststraßen oder infolge forstlicher Maßnahmen zur Plaikenbildung.

Tabelle 24: Chemische Bodenanalyse des Profiles Bauernkogel 1c

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
H	96-114-05	4,5	7,40	6,60	35,28	1,08	1,71	0,23	0,08	20,6
Ahb	96-114-06	5,5	7,90	7,30	7,40	8,95	0,47	0,04	0,07	15,8
Bvrel/C1	96-114-07	10,0	8,40	7,50	3,60	10,64	0,25	0,01	0,05	14,7
(Bvrel)/Cv	96-114-08	8,5	8,70	7,70	2,14	11,17	0,08	0,00	0,03	25,8
Cv	96-114-09	25,0	9,00	8,00	0,90	11,93	0,02	0,00	0,01	38,5

Königswasseraufschluß bzw. H-Horizont HNO₃ / HClO₄-Aufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
H	96-114-05	4,5	0,10	4,94	2,17	0,01	184	7748	7768	23	372
Ahb	96-114-06	5,5	0,02	17,66	10,37	0,01	195	3210	3300	9	68
Bvrel/C1	96-114-07	10,0	0,01	19,16	11,48	0,01	180	2220	2535	9	39
(Bvrel)/Cv	96-114-08	8,5	0,01	20,75	12,23	0,01	117	1215	1455	6	21
Cv	96-114-09	25,0	0,01	21,08	12,50	0,01	75	863	1028	5	26

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE .kg ⁻¹]
H	96-114-05	4,5	25	4535	1100	20	5	3	1	319
Ahb	96-114-06	5,5	16	6580	1240	30	3	6	2	433
Bvrel/C1	96-114-07	10,0	9	3750	602	19	2	6	2	238
(Bvrel)/Cv	96-114-08	8,5	4	1500	270	24	1	6	2	99
Cv	96-114-09	25,0	3	744	142	32	1	6	4	51

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
H	96-114-05	4,5	0,20	70,98	28,40	0,27	0,06	0,05	0,03
Ahb	96-114-06	5,5	0,09	75,89	23,59	0,30	0,02	0,07	0,03
Bvrel/C1	96-114-07	10,0	0,09	78,54	20,80	0,34	0,03	0,13	0,06
(Bvrel)/Cv	96-114-08	8,5	0,11	75,80	22,50	1,06	0,05	0,32	0,15
Cv	96-114-09	25,0	0,15	72,86	22,94	2,73	0,10	0,63	0,58

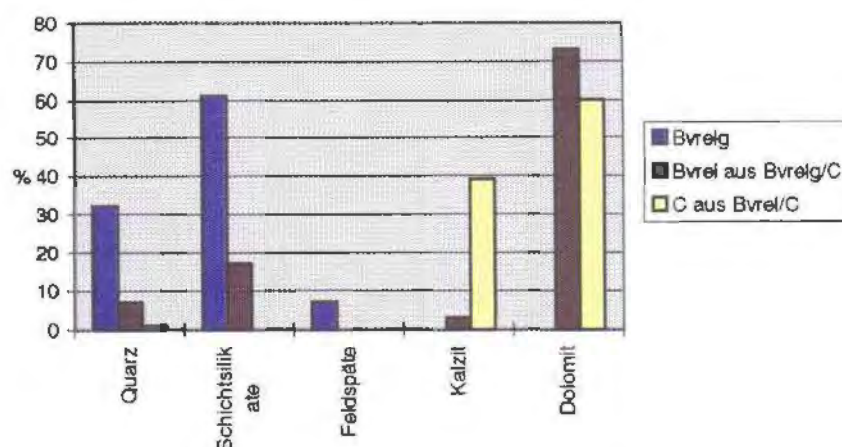
Ein wesentlich tiefgründigeres Profil wurde auf einer südlich davon gelegenen Almfläche geworben (Tabelle 25).

Tabelle 25: Beschreibung des Profiles Bauernberg 2a

Lage:	Rechtswert: 515000, Hochwert: 294050 ca 15 % geneigte, NW-exponierte Hangmulde, ausgeglichenes Kleinrelief	
Bestand:	Almfläche mit Bürstling u.a. Weideflora	
Humustyp:	Rhizogener Mullhumus	
Bodentyp:	pseudovergleyter Braunlehm	
Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
LF	1	Abgestorbene Gräser, Wurzelfilz
Ahb	8	krümelig/feinblockig, zahlreiche Graswurzeln, allmählich übergehend in Ahb/Bvrel
Ahb/Bvrel	8	krümelig bis polyedrisch grobblockig, stark humos gefärbt, zahlreiche Konkretionen, mäßig durchwurzelt absetzend zu Bvrelg
Bvrelg	17	massige Struktur, ockerfarben, undeutliche Rost- und Bleichflecken, zahlreiche Konkretionen, scharf absetzend zu Bvrelg/C
Bvrelg/C	14	50 % Grobskelett (mittel und feingrusiger Dolomit), polyedrische Struktur, rostbraune Färbung

Das Profil liegt in einer deutlichen Akkumulationslage. Dadurch bedingt dürften im Periglazial Fließerden akkumuliert worden sein. Der stockwertartige Aufbau des Profiles ist aus der Beschreibung deutlich ersichtlich.

Das im untersten Horizontteil eingeregelte Gestein zeigt einen Anteil von 60 % Dolomit und 39 % Kalzit. Darüber hinaus ist noch ca 1 % Quarz vorhanden. Das Feinbodenmaterial aus diesem Horizont beinhaltet 73 % Dolomit, 3 % Kalzit, 7 % Schichtsilikate und 7 % Quarz. Deutlich unterscheidet sich davon der darüberliegende dolomit- und kalzitfreie Bvrelg-Horizont mit einem Anteil von 61% Schichtsilikaten, 32% Quarz und 7 % Feldspäten.

**Abbildung 4:** Mineralogische Untersuchung des Profiles Bauernberg 2a

Sowohl aus den morphologischen als auch aus den mineralogischen Befunden kann daher auf den 'Stockwerkcharakter' dieses Profiles geschlossen werden.

Tabelle 26: Chemische Bodenanalyse des Profiles Bauernberg 2a

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb	96-116-16	8,0	5,90	5,10	9,91	-	0,86	0,10	0,09	11,5
Ahb/Bvrel	96-116-17	8,0	5,90	4,90	4,22	-	0,39	0,07	0,09	10,7
Bvrelg	96-116-18	17,0	6,20	5,70	2,05	-	0,19	0,02	0,08	11,1
Bvrelg/C	96-116-19	14,0	8,60	7,50	1,56	8,40	0,02	0,00	0,02	94,5

Königswasseraufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb	96-116-16	8,0	0,23	0,43	0,60	0,01	1328	35550	30300	15	180
Ahb/Bvrel	96-116-17	8,0	0,26	0,29	0,64	0,01	1613	39300	33510	14	143
Bvrelg	96-116-18	17,0	0,29	0,31	0,73	0,01	1230	40500	36705	12	143
Bvrelg/C	96-116-19	14,0	0,23	15,92	9,38	0,02	330	13605	12450	13	41

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK (mmol IE . kg ⁻¹)
Ahb	96-116-16	8,0	84	3400	586	36	74	6	34	227
Ahb/Bvrel	96-116-17	8,0	42	2138	384	32	30	6	70	147
Bvrelg	96-116-18	17,0	50	2104	462	32	18	6	10	147
Bvrelg/C	96-116-19	14,0	54	1614	296	26	2	7	4	108

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb	96-116-16	8,0	0,95	74,69	21,23	0,69	1,19	0,14	1,11
Ahb/Bvrel	96-116-17	8,0	0,73	72,40	21,45	0,94	0,74	0,22	3,52
Bvrelg	96-116-18	17,0	0,87	71,24	25,80	0,94	0,44	0,20	0,50
Bvrelg/C	96-116-19	14,0	1,28	74,46	22,52	1,05	0,05	0,36	0,27

Bodenchemisch zeigt das Profil mittlere pH-Werte im Oberboden und wird erst im Bvrel/C-Horizont carbonathaltig (Tabelle A13). Die Humusgehalte sind durchschnittlich, der S-Gehalt ist eher niedrig. Die C/N-Verhältnisse sind in den oberen Horizonten eng. Der oben bereits beschriebene Sprung an der Schichtgrenze vom Bvrelg zum Bvrel/C äußert sich auch in der Gesamtanalyse mit einer sprunghaften Abnahme von Mn, Al, Fe und Zn. Die Kationenaustauschkapazität ist eher niedrig der K-Anteil am Austauscher ist hoch. Wieweit eventuell Düngungsmaßnahmen diese Gehalte beeinflusst haben könnten, ist ungewiß.

Derartige Braunlehme in Akkumulationslagen zählen zu den 'stabilsten' Böden des Untersuchungsgebietes und unterliegen eben aus diesem Grund seit langem der landwirtschaftlichen Nutzung.

3.4. Bodenentwicklung auf Mergeln:

Als Beispiel für einen aus Mergeln entwickelten Boden wurde ein Profil aus den Roßfeldschichten der Ebenforstalm erworben. Die Beschreibung des Profiles zeigt Tabelle 27.

Aus diesem Profil wurde sowohl der P-Horizont, als auch Handstücke von eingeregelter Gestein mineralogisch analysiert.

Dabei stellte sich heraus, daß sehr unterschiedliche Gesteine an der Genese des Profiles beteiligt gewesen sein dürften:

Tabelle 27: Beschreibung des Profiles Ebenforst 1c

Lage:	Rechtswert: 531800, Hochwert: 296800 5% E-geneigte, flache Mulde (Hochtal des Ebenforstbaches)
Bestand:	Lockerer Fichtenaltbestand (Weidewald, Überschildung 70%),
Bodenvegetation:	<i>Oxalis acetosella</i> 2, <i>Athyrium filix femina</i> 1, <i>Vaccinium myrtillus</i> 1, <i>Mycelis muralis</i> +, <i>Senecio Fuchsii</i> 1, <i>Urtica dioica</i> +, <i>Fragaria</i> sp. 1

Zahlreiche Viehtrittstapfen

Humustyp:	Hydromorpher Mull
Bodentyp:	(Zwerg-)Pseudogley

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Beschreibung
L	<0,5 cm	Fi-nadeln
Ahb(g)	4,0	krümelig-feinblockig, leicht schwammig, übergehend in Eg
Eg	4,5	plattig verdichtet (Viehtritt), fahlbraun, Humus nestartig, zahlreiche Konkretionen, absetzend zu Bsg
Bsg	4,5	rötlich bis rostbraun, Ortssteinbändchen, plattige Struktur, scharf absetzend zu P
P	21	polyedrisch mittelblockig, ockerbraun, zahlreiche Konkretion, schluffig-tonige Textur absetzend zu S
S	4,5	fahl grau-ocker, zahlreiche feine Konkretionen, masig, tonige Textur, scharf absetzend zu Cv
Cv	9	dunkelbraun, lehmig-sandig

Die Analysen 1 und 2 zeigen typische Mergel der Roßfeldschichten mit einem hohen Anteil an Calzit und immerhin bis zu 20 % Schichtsilikaten. Analyse 3 zeigt in das Bodengerüst eingeregelter Grus, der überraschenderweise vorwiegend aus Quarz und Schichtsilikaten besteht. Da diese Sandsteine nicht aufgemürbt sind, scheint eine Entkalkung im Zuge der Bodenbildung unwahrscheinlich. Analyse 4 zeigt zur Abrundung eine Analyse eines ebenfalls auf der Probestelle vorgefundenen intensiv roten und von Calzitadern durchsetzten Kalkes (Klauskalk?) mit 99 % Calzit und

1 % Quarzanteil. Der P-Horizont besteht zu ungefähr gleichen Anteilen aus Quarz und Schichtsilikaten und ca 5 % Feldspäten.

Auch dieses Profil dürfte ein Resultat periglazialer Umlagerungsvorgänge sein.

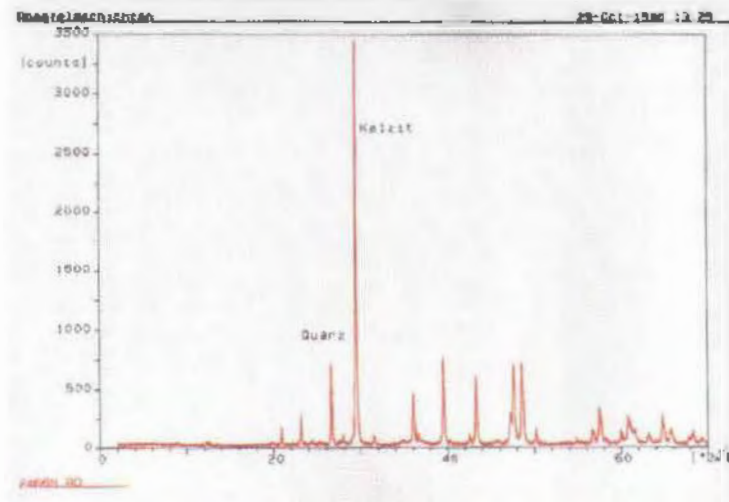


Abbildung 5: Röntgendifraktogramm von Roßfeldmergel

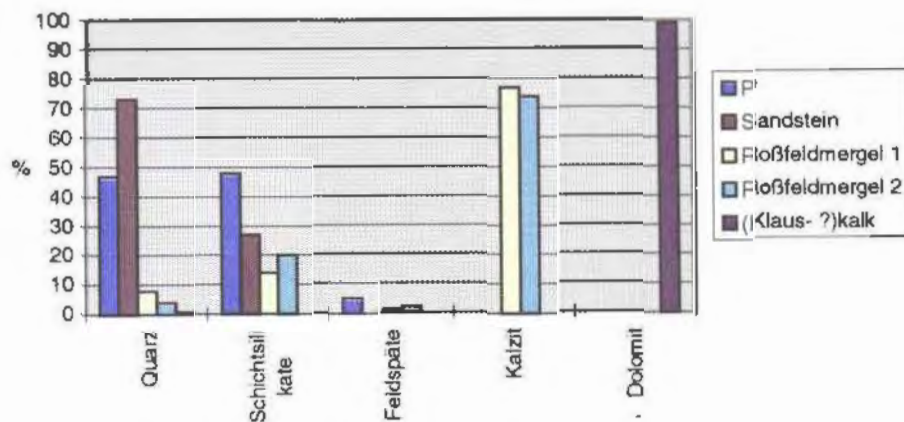


Abbildung 6: Mineralogische Untersuchung des Profiles Ebenforst 1c

Das Profil ist bis auf eine Tiefe von ca. 40 cm vollständig entbast und zeigt eher niedrige pH-Werte (Tabelle 28). Sehr auffällig ist die plattige Verdichtung im Oberboden die durch Weideeinfluß hervorgerufen wird. In diesen Viehtrittstapfen führt stehendes Wasser zu reduzierenden Bedingungen und einer deutlichen Mn- und Fe-Verlagerung. Dieser Eg-Horizont ist nur geringmächtig, daran schließt ein ortssteinartiger Sesquioxidanreicherungshorizont an, der deutliche Mn- und Fe-Akkumulationen zeigt. Erst daran anschließend zeigt sich ein 'normales' Pseudogleyprofil. Die Austauschkapazität ist in allen Profiltellen eher niedrig, im P-Horizont dominiert sogar Al vor Ca. Nährstoffentzüge durch jahrhundertelange Beweidung dürften mit zur Verarmung dieses Profiles beigetragen haben. Trotzdem sind die Böden in diesem Bereich weitgehend intakt und sind derzeit keine Oberflächenverkarstungsphänomene zu beobachten.

Tabelle 28: Chemische Bodenanalysen des Profiles Ebenforst 1c

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	C _{org} [%]	C _{anorg} [%]	N [%]	S [%]	P [%]	C/N-Verh.
Ahb(g)	96-116-01	4,0	6,00	5,40	10,63	-	0,64	0,11	0,12	16,6
Eg	96-116-02	4,5	5,70	4,90	5,02	-	0,35	0,05	0,08	14,5
Bsg	96-116-03	4,5	5,30	4,20	2,55	-	0,16	0,03	0,07	15,6
P	96-116-04	21,0	5,00	4,10	1,43	-	0,11	0,04	0,07	12,6
S	96-116-05	4,5	5,40	4,30	0,88	-	0,09	0,03	0,09	10,3
Cv	96-116-06	9,0	7,30	6,60	0,86	-	0,05	0,02	0,15	16,8

Königswasseraufschluß

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [%]	Ca [%]	Mg [%]	Na [%]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]
Ahb(g)	96-116-01	4,0	0,29	0,54	0,58	0,01	570	28763	18278	15	133
Eg	96-116-02	4,5	0,28	0,32	0,62	0,01	495	42000	22448	14	120
Bsg	96-116-03	4,5	0,32	0,14	0,83	0,01	2288	56250	32625	24	180
P	96-116-04	21,0	0,38	0,08	0,98	0,01	1583	47250	33870	28	180
S	96-116-05	4,5	0,75	0,26	2,31	0,01	1103	54000	34785	33	195
Cv	96-116-06	9,0	0,75	1,52	3,45	0,01	743	49125	26348	32	180

Bariumchloridauszug (bei pH>6 gepuffert)

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	K [mg.kg ⁻¹]	Ca [mg.kg ⁻¹]	Mg [mg.kg ⁻¹]	Na [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Al [mg.kg ⁻¹]	KAK [mmol IE . kg ⁻¹]
Ahb(g)	96-116-01	4,0	250	5950	436	37	70	9	9	344
Eg	96-116-02	4,5	210	3046	230	31	22	14	70	184
Bsg	96-116-03	4,5	158	1088	94	33	52	11	458	104
P	96-116-04	21,0	94	544	72	42	24	8	680	89
S	96-116-05	4,5	120	2158	406	32	17	7	388	175
Cv	96-116-06	9,0	108	4228	294	32	3	6	1	240

Horizont	Nr.	Mächtigkeit [cm]	Anteile am Austauscher						
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Ahb(g)	96-116-01	4,0	1,86	86,19	10,42	0,48	0,74	0,14	0,20
Eg	96-116-02	4,5	2,91	82,44	10,27	0,74	0,43	0,40	2,81
Bsg	96-116-03	4,5	3,89	52,25	7,45	1,37	1,82	0,57	32,65
P	96-116-04	21,0	2,70	30,51	6,66	2,05	0,98	0,47	56,61
S	96-116-05	4,5	1,75	61,43	19,06	0,79	0,36	0,21	16,40
Cv	96-116-06	9,0	1,15	87,96	10,09	0,58	0,04	0,14	0,04

4. Schlußfolgerungen:

Die durchgeführten Analysen ausgewählter Profile des Untersuchungsraumes stellen einen breiten Ausschnitt aus den im Nationalpark Kalkalpen vorkommenden Catenen dar. Sowohl morphologisch als auch chemisch sind die Profile sehr unterschiedlich zu beurteilen. Einen sehr wesentlichen Einfluß auf die rezente Bodenentwicklung hat das entweder in geschützten Lagen erhaltene, auf Hängen kolluvial eingeregelter oder in Akkumulationslagen durch periglaziales Bodenfließen akkumulierte Reliktbodenmaterial. Dort wo das Relief den Erhalt oder die Akkumulation von Reliktbodenmaterial nicht erlaubte, kommt dem Grundgestein zunehmende Bedeutung zu. Während mergelige Böden tiefgründig verwittern, stellen sehr tonarme Kalke wie der Wettersteinkalk eine sehr ungünstige Basis für die rezente Bodenbildung dar. Einzig die Akkumulation von Alpenmoor bietet auf diesen Standorten neben Braunlehmresten in Klüften und Spalten der Vegetation einen Wurzelraum. Derartige Böden reagieren gegenüber Störungen extrem sensibel. Auch in einem Nationalpark ist sicherlich darauf zu achten, daß auf diesen Standorten eine dauernde Waldbestockung erhalten bleibt. Störungen in der Waldverjüngung durch überhöhte Wildstände könnten zu einem späteren Zeitpunkt zum Zusammenbruch größerer Bestandesteile und nachfolgend intensiver Verkarstung führen. Bei der Bewirtschaftung von Bewahrungszonen im Almbereich ist darauf zu achten, daß die Boden- und Vegetationsdecke über verkarstungsanfälligem Grundgestein (z.B. Hierlatzkalk im Bereich der Feichtau) geschlossen erhalten bleibt, da die rezente Bodenbildung auf diesen Gesteinen keine ausreichende Bodenneubildung bietet. Neben diesen Beispielen kommen aber auch sehr stabile Bereiche vor (Beispiel Mieseck), wo auf gut gepufferten Braunlehm die Waldregeneration auch nach massiven Störungen eine Denudation der Bodendecke verhindert und wichtige Pflanzennährstoffe im System erhält.

Eine flächenmäßige Bilanzierung kann sicherlich erst zu einem späteren Zeitpunkt anhand der Ergebnisse der Naturrauminventur im Nationalpark durchgeführt werden.

5. Literatur:

- Gärtner, G., Haseke, H., Schrutka, R. und Steinwendner, N., 1994: Atlas der Geologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen, 1. Verordnungsabschnitt - Kompilierung: Lueger, 1992. Verein Nationalpark Kalkalpen, Jahresberichte 1993.
- Haseke, H., 1993: Atlas der Geomorphologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen - 1. Verordnungsabschnitt. J.. Verein Nationalpark Kalkalpen, 20 Kartenblätter, Legende, Textteil.
- Haseke H., 1995: Hydrolologie und Markierungsversuch zur Pilotstudie Karbonatböden am Mieseck (Hintergebirge) im Nationalpark Kalkalpen. Projektbericht 11./1603-3.3/95 und 1603-11./95, 20 S.
- Katzensteiner, K., 1996: Pilotstudie Wasserhaushalt und -chemismus von Karbonatböden. Endbericht zum Projekt 1603-5.1, Nationalpark Kalkalpen, 1996.
- Schultz, L. G., 1964: Quantitative Interpretation of Mineralogical Composition from X-Ray and Chemical Data of the Pierre Shales. - Geol. Surv. Prof. Paper, 391C, 1-31, 10 Abb., 8 Tab., Washington.
- Kilian, W., Englisch, M., Mutsch F., 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. In: Waldbodenbericht, Band I-II. Mitteilungen der FBVA 168/I-II

6. Anhang

Tabelle A1: Kennwerte aus der Waldbodenzustandsinventur - karbonatbeeinflusste Böden (Kilian et al., 1992)

Element	Horizont	10-Perz	med	90-perz
C [%]	Auflage	25,0	35,1	42,9
	0-10	3,4	8,6	21,7
	10-20	1,8	4,4	12,7
	20-30	1,1	2,9	8,5
	30-50	0,9	2,5	7,4
N [%]	Auflage	0,95	1,3	1,68
	0-10	0,22	0,49	1,06
	10-20	0,13	0,28	0,71
	20-30	0,07	0,19	0,52
	30-50	0,05	0,13	0,4
C/N	Auflage	20,5	26,5	32,0
	0-10	13,3	16,9	23,6
P [%]	Auflage	0,05	0,07	0,11
	0-10	0,03	0,05	0,11
	10-20	0,02	0,04	0,09
	20-30	0,02	0,04	0,09
	30-50	0,02	0,04	0,08
K [%]	Auflage	0,07	0,12	0,25
	0-10	0,05	0,13	0,30
	10-20	0,03	0,12	0,31
	20-30	0,03	0,12	0,32
	30-50	0,02	0,12	0,30
Ca [%]	Auflage	0,84	1,72	3,43
	0-10	0,42	2,61	11,79
	10-20	0,39	4,20	15,80
	20-30	0,62	5,65	17,61
	30-50	0,83	8,13	19,16
Mg [%]	Auflage	0,10	0,29	2,89
	0-10	0,28	0,78	22,20
	10-20	0,32	1,14	14,35
	20-30	0,38	1,42	14,11
	30-50	0,40	1,66	13,38
Fe [%]	Auflage	0,25	0,69	1,41
	0-10	0,79	2,22	3,52
	10-20	0,80	2,35	3,90
	20-30	0,70	2,41	3,83
	30-50	0,74	2,27	3,69
S [%]	Auflage	0,09	0,14	0,21

Tabelle A1: Fortsetzung

<i>Element</i>	<i>Horizont</i>	<i>10-Perz</i>	<i>med</i>	<i>90-perz</i>
<i>Mn</i> <i>[mg .kg⁻¹]</i>	<i>Auflage</i>	146	360	1028
	<i>0-10</i>	234	642	1509
	<i>10-20</i>	248	639	1375
	<i>20-30</i>	259	625	1420
	<i>30-50</i>	242	560	1438
<i>Cu</i> <i>[mg .kg⁻¹]</i>	<i>Auflage</i>	10	14	23
	<i>0-10</i>	9	16	29
	<i>10-20</i>	7	16	31
	<i>20-30</i>	7	17	31
	<i>30-50</i>	7	18	33
<i>Zn</i> <i>[mg .kg⁻¹]</i>	<i>Auflage</i>	68	114	191
	<i>0-10</i>	54	96	223
	<i>10-20</i>	38	78	170
	<i>20-30</i>	30	71	135
	<i>30-50</i>	26	62	149
<i>pH-H₂O</i>	<i>Auflage</i>	4,7	5,6	6,8
	<i>0-10</i>	5,2	7,1	7,7
	<i>10-20</i>	5,5	7,4	7,9
	<i>20-30</i>	6,2	7,6	8,0
	<i>30-50</i>	6,8	7,8	8,2
<i>pH-CaCl₂</i>	<i>Auflage</i>	4,1	5,2	6,3
	<i>0-10</i>	4,8	6,8	7,3
	<i>10-20</i>	5,0	7,1	7,4
	<i>20-30</i>	5,8	7,2	7,5
	<i>30-50</i>	6,5	7,4	7,6
<i>KAK</i> <i>[mmol IE .kg⁻¹]</i>	<i>0-10</i>	190	409	838
	<i>10-20</i>	140	328	672
	<i>20-30</i>	113	290	590
	<i>30-50</i>	114	254	480

Tabelle A1: Fortsetzung - Austauschbare Kationen im BaCl₂-Auszug, Anteil an KAK [%]

<i>Element</i>	<i>Horizont</i>	<i>10-Perz</i>	<i>med</i>	<i>90-perz</i>
<i>Ca</i> [%]	<i>0-10</i>	75,4	89,6	97,8
	<i>10-20</i>	75,5	88,0	98,3
	<i>20-30</i>	75,5	88,6	98,6
	<i>30-50</i>	75,8	89,2	98,6
<i>Mg</i> [%]	<i>0-10</i>	1,8	9,3	23,8
	<i>10-20</i>	1,3	10,6	23,9
	<i>20-30</i>	1,1	10,0	24,2
	<i>30-50</i>	0,9	9,8	23,6
<i>K</i> [%]	<i>0-10</i>	0,2	0,5	1,7
	<i>10-20</i>	0,2	0,4	1,4
	<i>20-30</i>	0,2	0,4	1,4