



Böden naturnaher
Bergwaldstandorte auf
carbonatreichen Substraten

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden
Forschungsbericht 6/1984

2. Auflage 1988

Herausgeber:
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen

Alle Rechte vorbehalten

ISSN 0172-0023
ISBN 3-922325-05-X

Satz und Druck:
Druckerei Plenk, Berchtesgaden

Gliederung

	Seite	
1	Einführung und Problemstellung	10
2	Das Arbeitsgebiet	12
3	Methoden	13
3.1	Feldarbeit	13
3.2	Probenaufbereitung und Routineanalytik	13
3.3	Organisch-chemische Analysen	13
3.3.1	Einführung	13
3.3.2	Der Literatur entnommene Methoden	13
3.3.3	Bestimmung wichtiger Neutralzucker in Bodenhydrolysaten mittels Hochleistungsdünnschichtchromatographie (HPTLC); Unterscheidung von Cellulose und Nichtcellulosefraktion	14
3.3.3.1	Analysengang	14
3.3.3.2	Diskussion der Methode	14
4	Ergebnisse und Diskussion	16
4.1	Vorschläge zur Gliederung von Bodenprofilen	16
4.1.1	Die Horizontierung des Humusprofils	16
4.1.2	Zur Unterscheidung von O-, A- und C-Lagen auf carbonatreichem Substrat	19
4.1.2.1	Grundgedanke	20
4.1.2.2	Schlüssel zur Ansprache von O-, A- und C-Lagen sowie ihrer Übergangsbildungen	20
4.1.2.3	Erläuterung an Beispielen	21
4.2	Vorschläge zu Nomenklatur und Systematik der Bodentypen	21
4.2.1	Definitionen: Humustyp, Tangelhumustyp; Mineralbodentyp	22
4.2.2	Definitionen: Bodentyp, Bodenform, Humusform	22
4.2.3	Vorschlag für eine Neuordnung des morphogenetischen Systems	23
4.2.4	Erläuterung der vorgeschlagenen Neuordnung des morphogenetischen Systems an Beispielen	24
4.2.4.1	Klasse Petrosole	24
4.2.4.2	Klasse Skelettosole	24
4.2.4.3	Klasse Syroseme	25
4.2.4.4	Klasse Lockersyroseme	25
4.2.4.5	Klasse Rendzinaartige Böden	26
4.2.4.6	Klasse Rendzinaartige Lockerböden	26
4.2.4.7	Klasse Tangelpetrosole	26
4.2.4.8	Klasse Tangelskelettosole	28
4.2.4.9	Klasse Tangelsyroseme	28
4.2.4.10	Klasse Tangellockersyroseme	29
4.2.4.11	Klasse Rendzinaartige Tangelsole	29
4.2.5	Vergleich der vorgeschlagenen Neuordnung des morphogenetischen Systems mit anderen Klassifikationssystemen	29
4.2.5.1	Vergleich mit Kubiena (1953)	29
4.2.5.2	Vergleich mit Mückenhausen (1977) unter Zugrundlegung der DBG-Nomenklatur (Arbeitskreis Bodensystematik 1982)	29
4.2.5.3	Vergleich mit Duchaufour (1976) und Bottner (1971)	30
4.2.5.4	Vergleich mit den Kartiereinheiten der Weltbodenkarte (FAO Unesco 1974)	30
4.2.5.5	Vergleich mit der Soil Taxonomy (1975)	30

4.3	Genese und Ökologie ausgewählter Bodenformen	30
4.3.1	Die Bodenbildung auf Kalk- und Gneisbergsturzböcken unter subalpinem Fichtenwald	30
4.3.2	Zur Verlagerung saurer Humussole in Tangelhumusformen über carbonatreichem Substrat	31
4.3.3	Der Umsatz von Pflanzenresten in unterschiedlichen subalpinen Bodentypen	34
4.3.3.1	Mullmoder-Renpetrosol	36
4.3.3.2	Moder-Renpetrosol	36
4.3.3.3	Mör- und Tangelmör-Renpetrosole	37
4.3.3.4	Tangelmör-Ranpetrosol	39
4.3.3.5	Mör-Eisenhumuspodsol	39
4.3.3.6	Tangelmör-Rendzina und Tangelmör-Renpetrosolpseudogley	39
4.3.4	Einfluß bodenbildender Faktoren auf Humusprofilmächtigkeit und Humustyp	40
4.3.4.1	Geologisches Substrat	40
4.3.4.2	Exposition	42
4.3.4.3	Niederschläge	42
4.3.5	Die Bodenbildung auf Dolomitschutt in der tiefsubalpinen Stufe	43
4.3.5.1	Renskelettosol	43
4.3.5.2	Mull-Renskelettosol	43
4.3.5.3	Mullmoder-Renskelettosol	43
4.3.5.4	Tangelmoder-Renskelettosol	45
4.3.5.5	Vergleich mit Böden auf Dolomit-Hangschutt unter montanen Kiefernwäldern	45
4.3.6	Die Böden unter montanen Buchenwäldern	46
4.3.6.1	Mullmoder-Lockerrendzina	46
4.3.6.2	Mull-Lockerrendzina	46
4.3.6.3	Moder-Rendzina	47
4.3.6.4	Moder-Renskelettopetrosol	47
4.3.6.5	Mullmoder-Renpetroskelettosol	48
4.3.6.6	Tangelmör-Renskelettopetrosol	48
4.3.6.7	Tangelmör-Renpetrosol	48
4.4	Folgerungen	48
4.4.1	Initialstadien der Bodenbildung	48
4.4.2	Die Begriffe Humusform, Auflagehumus und der Humustyp-Begriff des Verfassers	49
5	Zusammenfassung – Summary	52
6	Dank	54
7	Literaturverzeichnis	55
8	Anhang I Abbildungen und Tabellen	57
9	Anhang II Profilbeschreibungen	73



Bergmischwald in den Königssee-Einhängen

Fichte, Tanne und Buche bilden in einer Zone von etwa 900 - 1400 m sehr abwechslungsreiche Wälder. Vorkommen und Mischung der einzelnen Baumarten sind hauptsächlich vom Bodenzustand und der jeweiligen Konkurrenzkraft abhängig. Die Tanne ist zum Beispiel den beiden anderen Arten vor allem auf feuchten tiefgründigen Böden der Schattenlagen überlegen, die Fichte dominiert in den höheren Lagen auf Böden, die weitgehend entkalkt sind. Auch die Schnelligkeit des Jugendwachstums entscheidet oft über die Zusammensetzung des Bergmischwaldes.

Vorwort

Mit der Studie von Reinhard Bochter über »Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten - Beiträge zu Genese, Ökologie und Systematik« wird der Öffentlichkeit die erste Doktorarbeit des Lehrstuhls für Bodenkunde und Bodengeographie der Universität Bayreuth vorgestellt. Die Untersuchungen, für

deren finanzielle Förderung wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken, begannen im Sommer 1979 und fanden ihr vorläufiges Ende im Herbst 1983 mit einer summa cum laude-Promotion an der Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften.



Buchenwald auf der Halbinsel St. Bartholomä

Die Buche besitzt schon als junger Baum eine dichte Krone, unter der niedrigere Konkurrenten und Bodenpflanzen aus Lichtmangel keine Wuchsmöglichkeiten haben. Daher entwickeln sich Buchenwälder oft zu hallenartigen Beständen mit säulenförmigen Stämmen und einem geschlossenen Kronendach. Das optimale Verbreitungsgebiet der Buche umfaßt in den Berchtesgadener Alpen Höhenlagen zwischen 600 m und 900 m, luftfeuchte Lagen wie die Königssee-Einhänge begünstigen das Vorkommen reiner Buchenwälder.

Mancher Leser wird sich fragen, warum ausgerechnet der im äußersten Norden Bayerns etablierte Lehrstuhl in den Kalkalpen Forschungen durchführt. Einer der Gründe ist, daß Ökosystemforschung an der Universität Bayreuth eine wichtige Rolle spielt, was sich u.a. manifestiert in der Einrichtung eines Sonderforschungsbereiches der Deutschen Forschungsgemeinschaft über »Gesetzmäßigkeiten und Steuerungsmechanismen des Stoffumsatzes in ökologischen Systemen«.

Da Gebirgsökosysteme eine besondere Faszination ausüben, wandten wir uns sehr bald dem Studium der entsprechenden Böden zu. Diese Tätigkeit ist aber nicht nur faszinierend, sondern auch notwendig, weil im Zusammenhang mit der intensiven anthropogenen Beeinflussung Risiken und Gefährdungen auftreten, deren Vermeidung bzw. Verringerung die Kenntnis ökosystemarer Beziehungen erfordert. Hierzu hat in den zurückliegenden Jahren Professor Dr. W. Laatsch vom Lehr-



Lärchenwald im unteren Watzmannkar

Als einziger mitteleuropäischer Nadelbaum wirft die Lärche im Herbst ihre Nadeln ab. Sie entgeht damit der Gefahr, daß die Nadeln bei strengen Winterfrösten absterben. In den Berchtesgadener Alpen wird die Waldgrenze an vielen Stellen von der Lärche gebildet; die dort herrschenden ungünstigen Klima- und Bodenverhältnisse führen neben der Lichtbedürftigkeit dieser Baumart dazu, daß Lärchenwälder meist sehr aufgelockert erscheinen. Häufig hat auch der Mensch zur Anlage von Weideflächen für eine zusätzliche Auflichtung gesorgt.

stuhl Bodenkunde an der Universität München durch seine Untersuchungen über den Hangabtrag in den oberbayerischen Alpen einen wesentlichen Beitrag geleistet. Eine allgemein verständliche Zusammenfassung weiterer Ergebnisse findet sich in dem anschaulich bilderten Buch »Der Watzmann«, herausgegeben 1981 von der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden.

Damit ist das Stichwort für die Erläuterung eines zweiten

Grundes gegeben, der uns veranlaßt, in den Berchtesgadener Alpen zu forschen. Der Nationalpark Berchtesgaden bietet nämlich mit seiner Infrastruktur beste Voraussetzungen für Forschungsaktivitäten. Dank der umsichtigen Leitung und Lenkung der Nationalparkverwaltung liegt heute bereits eine beachtliche Fülle an Erkenntnissen vor, und zwar auf den Gebieten der Geologie, Klimatologie, Hydrologie, sowie der Vegetationskunde und Tierökologie (vgl. »Der Watzmann« 1981).



Die Latsche gehört als strauchförmige Bergkiefer neben Zirbe und Waldkiefer zur Familie der Kieferngewächse und besitzt wie diese auf normalen Böden nur geringe Konkurrenzkraft gegenüber anderen, meist hochwüchsigen Baumarten. Ähnlich der Waldkiefer, die von Buche, Eiche und auch Fichte auf Sandböden oder Moorflächen abgedrängt wird, besiedelt die Latsche nur solche Standorte, die für robustere Konkurrenten zu ungünstig sind. So sind die teilweise extrem steilen oder trockenen Wuchsorte der Latsche nicht ihre optimalen Lebensräume, sondern häufig nur »Zufluchtsorte« vor anderen Baum- und Straucharten.

Es leuchtet ein, daß die Bodenkunde in einem solchen interdisziplinären Forschungsansatz eine wichtige Rolle spielt. Der Bodenkundler beschäftigt sich einerseits mit Fragen der Entstehung und Verbreitung der Böden, andererseits interessieren ihn die Eigenschaften der Böden als Pflanzenstandort oder als Puffer für Umwelteinflüsse im weitesten Sinne. Während wir früher in erster Linie Fragestellungen nachgingen, welche die Veränderung von Böden als Folge anthropogener Einwirkungen

betrafen (vgl. Bochter, Neuerburg, Zech (1981)), wendet sich R. Bochter in der vorliegenden Arbeit den naturnahen, möglichst wenig beeinflussten Bergwaldstandorten im Nationalpark Berchtesgaden zu. Sein Ziel ist es, die Böden morphologisch umfassend zu beschreiben, ihre chemischen Eigenschaften zu quantifizieren, um anschließend Genese, Ökologie und systematische Einordnung zu diskutieren. Zum besseren Verständnis möchte ich im folgenden einige Grundbegriffe erläutern.

Böden entstehen durch Umwandlung von Gesteinen unter dem Einfluß von Atmosphärlin (Wasser, Sauerstoff, Kohlendioxid, Schwefeloxiden u.a.) und Temperaturschwankungen. Die von Organismen belebte Umwandlungszone der Gesteinsschicht wird auch Pedosphäre genannt. In ihr laufen eine Vielzahl chemischer und physikalischer Prozesse ab, was zur Ausbildung charakteristischer Merkmale (= Bodenhorizonte) führt. Böden mit gleicher Abfolge und ähnlicher Ausprägung der Horizonte werden zu sog. genetischen Bodentypen zusammengefaßt. Sie bilden die Grundlage der deutschen Bodensystematik.

Dazu ein Beispiel aus dem Bayerischen Alpenraum: Die dort weit verbreiteten Carbonatgesteine lösen sich im Laufe der Jahrtausende auf; dadurch reichern sich nicht-carbonatische Bestandteile (z.B. Ton) an. In einem frühen Stadium dieser Entwicklung bildet sich ein dunkler, humusreicher Oberboden über dem noch kaum veränderten Kalkgestein. Die Fachleute sprechen von einem A_h -Horizont bzw. einem C-Horizont (A ist das Symbol für Oberboden, h für humos und C für Ausgangsgestein). Die Horizontfolge lautet somit A_hC . Böden mit der Horizontfolge A_hC aus Carbonatgestein werden als Rendzinen bezeichnet; sie sind sehr verbreitet, besonders auf warmen, südexponierten Hanglagen der Mattenstufe.

Genauere Studien lassen erkennen, daß Rendzinen z.B. an flacheren Geländestellen oder Unterhanglagen mit Böden vergesellschaftet sind, die zwischen dunkelbrau-

nem A_h - und hellgrauem C-Horizont einen mittelbraunen, tonreichen sog. B-Horizont aufweisen. Der systematische Name für Böden mit der Horizontfolge A_hBC aus Kalkgestein lautet Kalksteinbraunlehm. Sie sollen sehr alt sein (sog. Paläoböden), was sich jedoch aufgrund neuerer Untersuchungen in den Bayerischen Kalkalpen nicht generell bestätigen läßt.

Eine bodenkundliche Besonderheit des alpinen Raumes sind die OC- und OA_hC -Böden mit mächtigen organischen Auflagen (= O-Horizont). Sie bilden sich häufig auf kühlen, nordexponierten Hängen, deren Streu infolge geringer biologischer Aktivität nur langsam zersetzt wird. Diesen Böden, einschließlich ihrer Übergänge bis hin zu den A_hC -Profilen, hat sich R. Bochter intensiv gewidmet. Die chemische Kennzeichnung umfaßt neben Methoden der Routineanalytik (z.B. pH, C, N, u.a.) die Quantifizierung organischer Zellwandstoffe (Lignin, Cellulose, nichtcellulose Polysaccharide) und Zellinhaltsstoffe (Protein-N, freie Aminosäuren).

Mit dem vorliegenden Bericht sind Voraussetzungen zum besseren Verständnis von Gebirgsböden im allgemeinen und der Böden des Nationalparks Berchtesgaden im speziellen geschaffen.

Bayreuth, im März 1984

Professor Dr. Wolfgang Zech

1 Einführung und Problemstellung

Seit etwa 100 Jahren beschäftigt sich die bodenkundliche Forschung mit Gebirgsböden. Als erste machten Ebermayer (1888) und v. Leiningen (1908/1909) auf besonders mächtige Humusbildungen in den Alpen aufmerksam.

Unter der Bezeichnung »Alpenhumus« faßt v. Leiningen (1909 c) »alle ausgeprägten, für die Alpen charakteristischen Ablagerungen von Humus (mit Ausnahme der Moore) zusammen, welche an Ort und Stelle entstanden (autochthon, nicht irgendwie umgelagert) sind, und nur soviel Asche enthalten, als den humusbildenden Materialien (Abfall der Holzarten, Moose, Ericaceen, Vaccinien und sonstigen Humusbildnern) und der Verstaubung entspricht. Nur die tieferen Schichten sind häufig schon stark mit Mineralteilen des Untergrundes vermengt. Die Hauptmenge des Alpenhumus ist moderartig, doch beobachtet man auch rohhumus- und torfartige Ausbildung, er kann auch (besonders in den höheren Lagen der Gebirge) pulverig sein, selbst in frischem, ungetrocknetem Zustande. In allen Fällen besteht große Neigung zur Ausbildung moderartiger Ablagerung bzw. zur Umwandlung in solche. ... Die Farbe des Alpenhumus von rohhumus- und torfartiger Beschaffenheit ist hell- bis dunkelbraun, von moderartigem und pulverigem Alpenhumus dunkelbraun bis schwarz. Mit zunehmendem Kalkgehalt wird Alpenhumus dunkler gefärbt. Die Reaktion des Alpenhumus ist, wo nicht Neutralisation durch Kalk eingetreten, sauer, oft ist der Säuregrad ein höherer als in rohem Hochmoor. Trotzdem vermag Alpenhumus, auch auf meterdicken Schichten, schöne Waldbestände aller Art zu tragen, welche häufig aus ihm allein ihre Nährstoffe schöpfen. ... Die weitaus bedeutendsten Ansammlungen von Alpenhumus treten im Kalkgebiete auf (Kalkalpenhumus oder besser Alpenhumus auf Kalk), auf Silikatgestein hingegen sind die Schichten (nach meinen bisherigen Beobachtungen und Erfahrungen) niemals so mächtig. Letztere Ablagerungen mag man Alpenhumus auf Granit, Glimmerschiefer, Porphyry, Sandstein benennen, damit den Begriff Alpenhumus, den Ebermayer nur auf die moderartigen Ablagerungen der Kalkalpen bezog, erweiternd.«

Tschermak (1921) betont, aufbauend auf den Untersuchungen Ebermeyers (1888) und v. Leiningens (1908/09), besonders den Einfluß des Klimas auf die Alpenhumusbildung: »Die Alpenhumusböden entstehen nicht nur auf Kalk, sondern auf verschiedenen Gesteinen, sie sind 'klimatische' Böden. Das Gebiet ihres Vorkommens sind die Gebirge des wärmeren Teiles der gemäßigten Zone« (Tschermak 1921).

Jenny (1930) faßt die Kenntnisse über Hochgebirgsböden zusammen; er gliedert in »Böden auf kalkhaltigen Sedimentgesteinen« (Rendzinen, Rendzinapodsole), »Böden der Silikatgesteine« (Eisenpodsole, Humuspodsole) und sog. »alpine Humusböden«; letztere haben ihren Verbreitungsschwerpunkt zwar in der Nähe und über der Waldgrenze, treten aber, wie aus Einzelangaben ersichtlich, auch in der Buchenwaldstufe auf. »Die alpinen Humusböden sind ausgesprochene Klimaböden. Sie sind unabhängig von der geologischen Unterlage und scheinen in allen hohen Gebirgen der Welt vorzukommen« (Jenny 1930).

Die bodensystematischen Vorstellungen Pallmanns (Pallmann et al. 1948) stützen sich u.a. auf ausgedehnte Untersuchungen im Schweizer Nationalpark. Er unterscheidet: Karbonatrohboden, Silikatrohboden (Entstehungsart: »petrogen, d.h. der Boden besteht zur Hauptsache aus physikalisch verwittertem, chemisch aber kaum angegriffenem Gesteinsmaterial«); Humuskarbonatboden, Humussilikatboden (Entstehungsart: »organopetrogen, d.h. der Boden besteht aus Humus und physikalisch verwittertem Gestein«); Rendzina, Braunerde, Podsol (Entstehungsart: »organo-minerogen, d.h.

der Boden besteht aus Humus und chemisch verwittertem mineralischem Material«). Braun-Blanquet, Pallmann, Bach (1954), Leuenberger (1949) und Bach (1952) heben stets die tiefgreifenden genetischen und ökologischen Unterschiede zwischen Humuskarbonatböden und Rendzinen hervor.

In der Systematik der Böden Europas (Kubiens 1953; vgl. auch 1943, 1948) finden die Erkenntnisse Pallmanns und seiner Schüler erstaunlicherweise keinen Niederschlag. Kubiens unterscheidet also nicht zwischen Rendzinen und Humuskarbonatböden, vielmehr faßt er unter dem Typus Rendzina organo-minerogene und organo-petrogene Böden zusammen.

Andererseits betont er die Sonderstellung der Humusformen auf Carbonatgestein und prägt den Begriff Tangelhumus, der der Bezeichnung Alpenmoder (v. Leiningen 1908) synonym ist, »soweit als sie sich auf Bildungen über Kalkstein und Dolomit unter Zwischenschaltung von Mullhorizonten bezieht, nicht aber soweit Bildungen auf Urgestein in den Alpen oder Bildungen anderer Entstehung gemeint sind« (Kubiens 1953).

Diese Sonderstellung der Humusformen auf Carbonatgestein, vor allem des Tangelhumus, ist aus den Untersuchungen Pallmanns und seiner Mitarbeiter nicht zu erkennen. Im Gegenteil, gerade die Ähnlichkeit der Humusbildungen auf Carbonat- und Silikatgestein rückt dort in den Vordergrund: »Auf Karbonat- und auf Silikatgesteinen entwickeln sich verschiedene Bodenserien.¹⁾ ... Die Entwicklung der beiden Serien gipfelt unter humidem Klima in analogen Böden²⁾, die von der gleichen Klimaxgesellschaft besiedelt werden« (Pallmann et al. 1948).

Die von Kubiens (1953) geschaffene Systematik der Böden auf carbonatreichen Substraten ist ohne wesentliche Änderung in Deutschland bis heute gültig (Mückenhäuser 1977). Auch in der Schweiz wurde - ohne daß ich dafür einen logischen Grund zu erkennen vermag - das durchschaubare und einleuchtende System Pallmanns (Pallmann et al. 1948) wieder weitgehend aufgegeben; so sprechen Frei, Juhasz und Bach (1966) von Rohhumusrendzinen statt von deckenmörigen Humuskarbonatböden. Gleichwohl traf man insbesondere in Frankreich deutlich abweichende Einteilungen. Duchaufour und Bartoli (1966), Duchaufour (1976, 1977) und Bottner (1971) unterscheiden zwischen organo-petrogenen und organo-minerogenen Böden. Auch in anderen Bodenklassifikationen, die weltweite Geltung beanspruchen dürfen (FAO-Unesco, 1974; Soil Taxonomy, 1975) wird der Begriff Rendzina bzw. Rendoll wesentlich enger gefaßt.

Gračanin (1972) konnte »typischen Tangelhumus und Tangelrendzinen, wie sie W. L. Kubiens (1953) vor allem aus Pineto-Ericeten und Piceeto-Ericeten beschrieben hat, in den Allgäuer und Lechtaler Alpen nicht beobachten«. Auch unter natürlichen Fichtenwäldern in Kroatien findet er sie nicht, sondern »eutrophe saure subalpine Humusböden« (Gračanin 1968).

1) Humuskarbonatbodenserie und Podsolserie.

2) Humusbildung jeweils Mör.

Im Zuge der geologischen Kartierung im Bayerischen Alpenraum wurden von Diez (1966, 1970) Böden mit mächtigen organischen Lagen, aber ohne Ah, als Tangelrendzinen bzw. dystrophe Tangelrendzinen beschrieben; Wittmann (1973) spricht solche Böden, die sich durch »mächtigere, rohhumusähnliche Waldtorfauf-lagen unmittelbar über dem Kalkstein« (Wittmann 1973) auszeichnen, als Rendzinen mit Waldtorfauf-lage an.

Bereits 1960 weisen Janik und Schiller, die auf dem Dachsteinplateau Böden der subalpinen Stufe untersuchten, auf Lücken sowie eine notwendige Präzisierung der Systematik der Rendzinen hin. Auch Zöttl (1965 a,b), der sich ausführlich mit der Rendzinaentwicklung in der subalpinen Stufe befaßt, erkennt sehr wohl die Probleme der systematischen Ansprache und Einordnung, verzichtet aber auf neue Nomenklaturvorschläge, »da zu einer systematischen Einstufung noch weitere Beobachtungen und Untersuchungen im Alpenraum und anderen Gebieten nötig sind« (Zöttl, 1965 a).

Meine Untersuchungen sollen hierzu einen Beitrag leisten, mit dem Ziel, Vorschläge zur Systematik zu entwickeln, die nach dem Vorbild der Soil Taxonomy (1975) auf objektiv faßbaren Kriterien gründen.

Zunehmend besteht auch das Bedürfnis nach möglichst quantifizierbarer und damit reproduzierbarer Ansprache der Humusformen. So hat v. Zezschwitz (1976) die für die Bestimmung von Waldhumusformen im nordwestdeutschen Mittelgebirgsraum entscheidenden makromorphologischen Merkmale der L-, F- und H-Lagen tabelliert. Babel (1971, 1972) studiert vor allem Wald-Moderprofile und schlägt - ebenfalls auf der Basis morphologischer Horizontdefinitionen - eine weitere Untergliederung der Lagen vor (Ln, Lv, Fr, Fm, Hr, Hf, Ahh, Ahu). Chemische Eigenschaften der Lagen im Humusprofil werden bisher kaum zur Objektivierung der Ansprache herangezogen. Allenfalls bestimmt man routinemäßig pH, C, N, C/N und ev. einige Nährelemente; organische Inhaltsstoffe bleiben hingegen unberücksichtigt.

Einen grundsätzlich anderen Weg schlug die Humusforschung in Frankreich ein. Die biochemische Klassifizierung des Humus, die Duchaufour (1977) unter Zugrundelegung der Arbeiten von Bruckert (1970), Guckert (1973), Toutain (1974), Schwartz (1975), Chouliaras (1976) u.a., vorschlägt, beruht auf z.T. sehr komplizierten Fraktionierungsverfahren der organischen Substanz im mineralischen Oberboden. Die Gliederung der Böden in Horizonte und die horizontweise Erfassung der Fraktionen tritt demgegenüber zurück.

Deshalb sollte die chemische Charakterisierung der einzelnen Horizonte in Humus- und Mineralbodenprofilen und gerade die Erfassung organischer Verbindungen einen zweiten Schwerpunkt dieser Untersuchung bilden.

2 Das Arbeitsgebiet

Hauptuntersuchungsgebiet ist die montane und subalpine Stufe (ca. 500 - knapp 2000 m über NN) des Alpenparks Berchtesgaden/Nördliche Kalkalpen.

Insgesamt wurden über 100 Profile detailliert untersucht. Einige liegen zu Vergleichszwecken auch außerhalb des Alpenparks, u.z. in den Zentralalpen auf Gneis (Hohe Tauern, Felbertauern) und den Bayerischen Voralpen (Spitzingseegebiet). Beprobte wurden möglichst nur naturnahe Standorte. Angesichts einer über tausendjährigen alm- und forstwirtschaftlichen Nutzung der Wälder des Berchtesgadener Landes, die in einer früheren Untersuchung (Bochter et al. 1981) dargestellt ist, mußten die Bodeneinschläge i.d.R. an schwer zugängliche Stellen gelegt werden.

Im folgenden will ich die Naturlandschaft des Arbeitsgebietes kurz beschreiben: Das Großrelief der Berchtesgadener Alpen zeigt eine ausgeprägte Viergliederung: (1) Flache Talschaften mit quartären kalk- und dolomitreichen Alluvionen gehen über in (2) Hänge mittlerer Neigung; dort steht unter einer Hangschuttdecke, die u.U. von Äolikum, Lokal- oder Fernmoräne durchsetzt ist, zur Vergrusung neigender Ramsaudolomit an. Über den Hängen setzen meist unmittelbar (3) Steilwände an, die von den für die Berchtesgadener Alpen typischen (4) Hochplateaus abfallen. Steilwände und Hochflächen sind aus Dachsteinkalk aufgebaut. Er ist z.T. von äolischen Decken unterschiedlicher Mächtigkeit überzogen. Außerdem trifft man auf jurassische und kretazische Ablagerungen, deren Lehm- und Tonböden fast ausnahmslos almwirtschaftlich genutzt werden und damit für diese Untersuchung nicht in Betracht kommen. Über Geologie und Geomorphologie informiert zusammenfassend Abb. 1 (Anhang I); ausführliche Informationen mit Literaturzitate sind z.B. Ganns und Grünfelder (o.J.) zu entnehmen.

Angaben zum Klima des Berchtesgadener Landes macht Enders (1979).

Danach ist die Mitteltemperatur des kältesten Monats (Januar) durchwegs negativ und schwankt zwischen -2°C in 600 m, -5°C in 1600 m und -6°C in 2000 m Höhe. Das Temperaturmittel des wärmsten Monats (August) liegt in 600 m Höhe bei 17°C , in 1600 m bei 12°C und in 1900 m Höhe bei 10°C . Die Vegetationszeit, d.h. die Zeit mit einem Monatsmittel über 10°C , beträgt in 1000 m Höhe fünf Monate, in 1600 m drei Monate, in 1800 m zwei Monate und in 1900 m Meereshöhe nur noch einen Monat. Wie der gesamte Alpenrand so zeichnet sich auch das Berchtesgadener Land durch ein ausgeprägtes Niederschlagsmaximum im Hochsommer (Juli) aus. Während der Vegetationszeit fallen durchschnittlich mehr als 100 mm Niederschlag pro Monat, ab 1300 m Höhe sogar bis zu 300 mm. Es herrschen also durchwegs humide Verhältnisse. Die jährliche Niederschlagsmenge übersteigt 1500 mm; für die subalpine Stufe sind Werte um und über 2000 mm anzunehmen. Reliefbedingt treten enorme Schwankungen auf: Das Purtschellerhaus (1770 m, Luvseite) weist mit 2819 mm den höchsten gemessenen Jahresniederschlag auf, während am Stahlhaus (1740 m, Leeseite des gleichen Gebirgsstockes) nur 1765 mm erreicht werden.

Wie bereits angedeutet, wirkt der Mensch seit langem auf die Naturlandschaft der Berchtesgadener Alpen ein; naturnahe Vegetationsgesellschaften finden sich daher nur mehr inselartig. Nach Physiognomie und Hauptstreulieferanten lassen sich unterscheiden (Abb. 2, Anhang I):

Montane gras- und zwergstrauchreiche Kiefernwälder im unteren Bereich der Talflanken; montane Buchen-beherrschte Mischwälder an Talflanken und seltener auch auf niedrigegelegenen Plateauflächen; montane Tannenbestände mit Fichte und Buche an Hängen und auf tiefergelegenen Plateauabschnitten; subalpine zwergstrauchreiche Nadelmischwälder mit Fichtendominanz in mittleren Plateaulagen, mit Lärchen- und Zirbendominanz in der hochsubalpinen Stufe; Lärchen-Wiesen-Wälder auf Steilhängen der subalpinen Stufe; hochsubalpine bis alpine zwergstrauchreiche Latschenbusch-Gesellschaften jenseits der lokalen Baum-

grenze; Übergangsgesellschaften von Gräsern und Spaliersträuchern über zwergstrauchreichen Latschenbusch zu zwergstrauchreichem Spirkenwald auf rezenten Schuttfächern. Vegetationskundliche und pflanzensoziologische Angaben finden sich bei H. Mayer (1959, 1966), Köstler und Mayer (1974), Lippert (1966), Thiele (1978); die Wälder des Alpennationalparks untersucht z. Zt. Herr Storch (Abteilung Vegetationskunde der Forstwissenschaftlichen Fakultät München).

3 Methoden

Das methodische Vorgehen umfaßt drei Schritte:

- (1) Detaillierte Gliederung und quantitative morphologische Beschreibung der Bodenprofile.
- (2) Chemische Kennzeichnung der einzelnen Horizonte im Labor.
- (3) Interpretation der morphologischen und chemischen Eigenschaften im Hinblick auf:
 - Erstellung einer reproduzierbaren objektiven Horizontansprache,
 - Überprüfung der systematischen Einordnung der Böden und Unterbreitung von Vorschlägen für eine eindeutige Nomenklatur,
 - Deutung von Bodengenese und ökologischen Eigenschaften.

3.1 Feldarbeit

Nach einer Vegetationsaufnahme zur Erfassung der Hauptstreu-lieferanten präpariert man das gesamte Humusprofil flächig (Ausdehnung mindestens 1 m²) von oben her ab. Ändert sich der morphologische Aspekt augenfällig, wird eine Horizontgrenze festgelegt. Mit Hilfe der Tafeln der Kartieranleitung (Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde 1971) schätzt man nun den Deckungsgrad wichtiger Bestandteile des auszuscheidenden Horizontes: Gesamtdeckung der Lage, Anteil von Streuresten, Feinwurzeln, Grobwurzeln, Bodenskelett, Verpilzung u.a.; ebenso wird die durchschnittliche Horizontmächtigkeit bestimmt. Es folgt eine Beschreibung der Lagerungsart der organischen Substanz, von Stabilität und Zerkleinerung (Art, Ausmaß), sowie der vorgefundenen Bodenfauna und ihrer Spuren. Da der Aspekt des Humusprofils vom Aufnahmezeitpunkt abhängt, wird er ebenfalls protokolliert. Die Beschreibung des Mineralprofils richtet sich nach der Kartieranleitung (Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde 1971). Einzelne Termini und Testverfahren sind in Anhang II, Vorbemerkung näher erläutert.

3.2 Probenaufbereitung und Routineanalytik

Schon im Gelände werden grobe Ast- und Wurzelstücke, aber auch möglichst alle lebenden Feinwurzeln von Hand ausgelesen - im feldfrischen Zustand sind lebende Wurzeln noch gut von abgestorbenen zu unterscheiden. Im Labor sibt man eventuell vorhandenes Bodenskelett ab (2 mm Maschenweite) und halbiert anschließend die Probe.

Mit der einen Hälfte führt man nach Trocknung (60° C bei L- und O-Lagen, 105° C bei Mineralbodenhorizonten) und Zerkleinerung in der Achatmühle folgende Analysen durch: Gesamtkohlenstoff, Carbonat (conductometrisch; Wösthöf-Apparatur; daraus Berechnung von C_{org} durch Differenz); N_i (Kjeldahl, Büchi-Apparatur); Li₂CO₃/H₃BO₃ - Schmelzaufschluß (Omang, 1969) darin P_i (Eibl und Lands, 1969), sowie K_i, Mg_i, Al_i, Mn_i, Fe_i über Atomabsorptionsspektrophotometrie (AAS) und Ca_i über Flammenemission (Gerät: Perkin-Elmer 420).

Die zweite Hälfte der Probe wird bei 25° C luftgetrocknet, L- und O-Horizonte werden in der Auflagenmühle (Retsch) zerkleinert (kl. 0,75 mm); folgende Analysen kommen zur Durchführung: pH/0,01 m CaCl₂ (Glaselektrode); Oxalateextrakt (Index o) nach Schlichting und Blume (1966), darin C_o (ABS_{472nm} × 1000), Fe_o, Al_o, Mn_o (AAS); EDTA-Extrakt (Index E) nach Farmer et al. (1980), darin Ca_E, Fe_E, Al_E, Mn_E (AAS); Extrakt mit 0,1 m BaCl₂-Lösung (Index Ba) (1 g Boden/100 ml, 4 h Überkopfschütteln), darin K_{Ba}, Mg_{Ba}, Ca_{Ba}, Fe_{Ba}, Al_{Ba} (AAS), sowie im Rückstand nach Rücktausch mit MgCl₂ (3 g/100 ml, 16 h Überkopfschütteln) die aktuelle Kationenaustauschkapazität.

3.3 Organisch-chemische Analysen

3.3.1 Einführung

Die organische Substanz in Böden läßt sich grundsätzlich auf zweierlei Weise kennzeichnen: zum einen kann man den eher konventionellen Weg beschreiten, Huminstoffe zu extrahieren und zu fraktionieren; in der Literatur sind sowohl relativ einfache Trennungsgänge beschrieben (z.B. in Fulvosäuren, Huminsäuren, Humine) wie auch komplizierte (z.B. Muller und Vedy (1978) mit 7 Fraktionen). Die einzelnen Fraktionen lassen sich mit spektroskopischen Methoden (IR, UV, H-NMR, ¹³C-NMR u.a.) kennzeichnen oder aber auf chemischem Wege weiter aufspalten und die Bruchstücke schließlich über Gaschromatographie-Massenspektrometrie bestimmen. Dieser erste Ansatz weist einige Nachteile auf: höhermolekulare Fraktionen sind chemisch nicht eindeutig definierbar; ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften (Spektren, funktionelle Gruppen), aber auch ihre Spaltprodukte unterscheiden sich im Grunde kaum (vgl. z.B. Spiteller 1981, Schnitzer 1974, Neyroud und Schnitzer 1975). Zusätzlich ist eine genetisch-ökologische Interpretation der Ergebnisse durch Artefaktbildung bei Isolation und chemischer Zerlegung erschwert (Ottow 1978).

Im Mittelpunkt des Interesses stehen deshalb chemisch gut definierte Streustoffe. Einzig Blume (1966) hat m.W. in den letzten Jahren den Streustoffumsatz mit chemischen Methoden zu charakterisieren versucht; der angewandte Trennungsgang ist jedoch langwierig und ergibt deshalb nach meinen Erfahrungen keine befriedigenden Parallelen; auch die Spezifität der Methoden ist begrenzt (Blume 1966).

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren erlauben demgegenüber eine wesentlich spezifischere Bestimmung einzelner Stoffe bzw. Stoffgruppen, wenngleich sich in vorliegender Arbeit natürlich nicht das gesamte Spektrum organischer Verbindungen erfassen ließ. Vorläufig beschränke ich mich auf wichtige Zellwand- und Zellinhaltsstoffe. Außerdem wurden einige zwar hochspezifische Methoden nur semiquantitativ durchgeführt.

3.3.2 Der Literatur entnommene Methoden

Alle in diesem Abschnitt beschriebenen Methoden entstammen der botanischen und (holz-)chemischen Fachliteratur, wurden für bodenkundliche Zwecke wie angegeben modifiziert und auf ihre Reproduzierbarkeit getestet: Für alle Verfahren liegen die Standardabweichungen - berechnet über den gesamten (!) Analysengang - unter 10 %, was in Anbetracht der beträchtlichen naturgegebenen Streuung des Probenmaterials ausreichend erscheint. Mit luftgetrockneten Proben (organische Lagen in Retschmühle zerkleinert, vgl. Abschn. 3.2) werden folgende Analysen durchgeführt:

- Extrakt mit 50 % Ethanol (1g/20ml), 16 h am Rundschüttler, darin »freier Alpha-Amino-N« mit Ninhydrin (Stevenson und Cheng 1970), Eichkurve mit Glycin.
- Hydrolyse mit 6N HCl (100mg/15ml) in Stehkölbchen mit Schraubverschluß, 16 h bei 110° C unter Stickstoff und Magnetrühren im Trockenschrank; darin »hydrolysierbarer Alpha-Amino-N w.o., Proteinaminosäuren am Aminosäureautoanalyser (Verfahren und Gerät Fa. Kontron).
- Dioxan-Wasser-Extrakt, darin semiquantitative Ligninbestimmung mit Phloroglucin/HCl (detaillierte Beschreibung bei Bochter 1981).

3.3.3 Bestimmung wichtiger Neutralzucker in Bodenhydrolysaten mittels Hochleistungsdünnschichtchromatographie (HPTLC); Unterscheidung von Cellulose und Nichtcellulosefraktion.

Das Verfahren ist in der Bodenkunde bisher nicht bekannt. Die Aufschlußmethode entstammt der botanischen Literatur (Selvendran et al. 1979); auch in chemischen Fachzeitschriften wurde aber die dünnschichtchromatographische Trennung dieser Zucker bislang nicht beschrieben; deshalb folgt eine ausführliche Darstellung.

3.3.3.1 Analysengang

Das analytische Verfahren gliedert sich in Gesamtzuckerhydrolyse, Hydrolyse der Nichtcellulosefraktion, Trennung der Monosaccharide auf dünnschichtchromatographischem Wege und in-situ-Quantifizierung mittels Scanner. Eingesetzt werden luftgetrocknete Proben, organisches Material wird zerkleinert (vgl. Abschn. 3.2).

Gesamtzuckerhydrolyse: 100 mg (organische Lagen) bzw. 500-2000 mg (Mineralbodenhorizonte) werden in einen 25 ml Stehkolben mit Schraubverschluß eingewogen, mit 1,5 ml 72% H_2SO_4 versetzt, 16 h bei Raumtemperatur geschüttelt, anschließend mit 17,5 ml H_2O verdünnt (2N H_2SO_4) und 5 h unter Stickstoffatmosphäre und Magnetrühren bei 100°C in einem Trockenschrank hydrolysiert. Nach Abfiltrieren wird mit 3N NaOH neutralisiert und am Rotationsverdampfer zur Trockne eingedampft. Den Rückstand nimmt man mit 20 ml Methanol auf und löst die Zucker 10 Min. unter Ultraschall. Der Salzurückstand wird abzentrifugiert (10 Min., 15000 UpM), die flüssige Phase am Rotationsverdampfer eingedampft und der Rückstand in 5 ml Methanol/Wasser (1/1) aufgenommen.

Hydrolyse nichtcellulosischer Polysaccharide: Zur Einwaage (100 mg bei organischen, 500-2000 mg bei Mineralboden-Lagen) werden nun 15 ml 2N Trifluoressigsäure gegeben und 2 h unter Stickstoff und Magnetrühren bei 120°C in einem Trockenschrank hydrolysiert. Das Filtrat wird am Rotationsverdampfer zur Trockne gebracht und der Rückstand in 1 ml Methanol/Wasser (1/1) aufgenommen.

Dünnschichtchromatographie: HPTLC-Fertigplatten Kieselgel 60 (Merck-Nr.: 5633) taucht man zum Reinigen in Methanol und imprägniert nach dem Trocknen 1 h durch Tauchen in 0,2 M NaH_2PO_4 /Ethanol (1/1).

Probenapplikation erfolgt mit Nanoapplikator (Camag) bei einem Bahnabstand von 5 mm. Entwickelt wird von zwei Seiten in der Camag-Linearkammer mit Kammersättigung; die Lauflänge beträgt 4,5 cm. Pro Platte stehen also 2 x 17 Bahnen zur Verfügung. Auf die Bahnen 3, 7, 11, 15 jeder Plattenhälfte werden vier Standards mit Konzentrationen von 5, 2, 1 und 0,5 mg/ml aller Zucker aufgetragen (D(+)-Galactose, D(+)-Glucose, D(+)-Mannose, D(-)-Arabinose und D(+)-Xylose; alle Sigma). Laufmittel ist Ethylacetat (Merck, p.A.)/Pyridin (Merck, p.A.)/Wasser (8/2/1) (vgl. Lee et al. 1979). Nach jedem Lauf, der ca. 7 Min. dauert, trocknet man 7 Min. im Vakuum bei 50°C und äquilibriert danach 7 Min. in der Camag-Konditionierschale mit dem Laufmittel. Insgesamt sind 8 Läufe nötig, um eine ausreichende Trennung zu erzielen. Zweckmäßigerweise bespottet man 3 Platten und entwickelt diese gemeinsam (im Wechsel: Platte 1 Linearkammer, Platte 2 Vakuumtrocknung, Platte 3 Vorkonditionierung). So lassen sich 3 Platten mit 78 Proben in ca. 3 h entwickeln. Nach dem letzten Lauf wird 30 Min. bei 100°C getrocknet. Detektion (verändert nach Klaus, 1979): Man taucht jede Plattenhälfte (ca. 5 sec. Desaga-Tauchkammer) in eine Mischung aus 5 ml 3 % Pb(IV)Acetatlösung (Merck-Nr. 807418) in Eisessig (Merck, p.A.), 1 ml 2 % 2,7-Dichlorfluoresceinlösung (Merck-Nr. 9676) in Ethanol (Merck, p.A.) und 40 ml Toluol (Merck, p.A.); anschließend werden die Platten 30 Min. bei Raumtemperatur im Dunkeln aufbewahrt und darauf 30 Min. bei 110°C im Dunkeln getrocknet.

Quantifizierung: Die Auswertung erfolgt mittels Fluoreszenzmessung (Anregungswellenlänge 313 nm, Hg-Lampe) durch die Ge-

räterkombination Camag DC/HPDC-Scanner in Verbindung mit Integrator SP 4100 (Spectra Physics). Über theoretische Grundlagen der in-situ-Quantifizierung von Dünnschichtchromatogrammen, Meßprinzip und Funktionsweise des Scanners unterrichten Ebel et al. (1980/81). Fachtermini der Dünnschichtchromatographie sind bei Stahl (1967) erklärt. Die Eichbahnen werden von Hand angesteuert und vermessen; der Integrator berechnet die Eichkurven für alle Zucker. Anschließend kann über ein eingebautes Programm die vollautomatische Auswertung jeder Plattenhälfte erfolgen.

Abb. 3 zeigt die Trennung eines Standardgemisches und eines Bodenhydrolysates mit Trifluoressigsäure.

3.3.3.2 Diskussion der Methode

Die hochleistungsdünnschichtchromatographische Analyse von Stoffgemischen weist gegenüber den beiden anderen modernen chromatographischen Verfahren - Kapillargaschromatographie und Hochdruckflüssigkeitschromatographie - eine Reihe wichtiger Vorteile auf; nur einige seien genannt: Die Herstellung flüchtiger Derivate entfällt; es werden keine teuren hochreinen Laufmittel benötigt, der Lösungsmittelverbrauch ist sehr gering; ein Verstopfen von Säulen oder das Lösen der Füllung kommt nicht vor; die Detektion erfolgt hochspezifisch durch postchromatographische Derivatisierung; es läßt sich eine Vielzahl von Proben in einem Arbeitsgang analysieren, was einen wesentlich höheren Probandendurchsatz im Vergleich zu den »on-line«-Verfahren ermöglicht.

Dabei erlaubt die Hochleistungsdünnschichtchromatographie die Durchführung von Zuckeranalysen mit ähnlicher Genauigkeit wie die übrigen chromatographischen Verfahren. Für Trennung und Quantifizierung am Scanner allein werden Standardabweichungen zwischen 1 und 5 % je nach Zucker genannt (Lee et al., 1979). Diese Werte bestätigen sich auch im vorgestellten Fall.

Von besonderem Interesse aber ist, welche Wiederfindungsraten und Standardabweichungen man im gesamten Analysengang, einschließlich der Hydrolyse, erreicht. Tab. 4 informiert hierüber für das Verfahren mit Trifluoressigsäure. Die Werte lassen sich wie folgt interpretieren: Die Standardabweichungen des gesamten Analysengangs liegen unter 10 %, nur im Falle der Xylose bei Zuckerzusatz zum Boden (Tab. 4 II/5) bei 10 %. Setzt man einer Bodenprobe mit bekanntem Zuckergehalt im Hydrolysat eine definierte Menge jedes Zuckers zu (II), hydrolysiert, chromatographiert und quantifiziert wie beschrieben, so ergeben sich zwischen gefundenen Werten (Tab. 4, Istwert = II) und berechneten Werten (Tab. 4, Sollwert = I + 1 mg) Abweichungen, die deutlich unter 10 % liegen. Insgesamt treten nur geringfügige Verluste (3-7 %) über den gesamten Analysengang hinweg auf.

Standardabweichungen und Wiederfindungsraten scheinen für Zuckeranalysen in Böden ausreichend, weshalb keine weiteren Anstrengungen zur Verbesserung des Verfahrens, z.B. durch data-pair technique (Bethke et al., 1974), gemacht wurden. Treten nämlich zwischen zwei Bodenproben im Gehalt eines Zuckers nur Unterschiede um 10 % auf, so läßt sich infolge der naturgegebenen großen Streubreite selbst bei Standorten des gleichen Bodentyps nicht von ökologisch und genetisch relevanten Unterschieden sprechen.

Die Gesamtzuckerhydrolyse führt zwar zu ähnlichen Standardabweichungen bei Parallelproben wie die Hydrolyse mit Trifluoressigsäure, man muß jedoch deutliche Verluste in Kauf nehmen (20-30 % je nach Zucker). Da dieses Verfahren bereits mehrfach in der bodenkundlichen Literatur beschrieben ist (zusammenfassende Literatur bei Spiteller 1980), wird auf eine detaillierte Wiedergabe der Resultate verzichtet.

Selvendran et al. (1979) zeigen für Pflanzenproben, daß eine Gesamtzuckerhydrolyse nur im Falle der Glucose zu wesentlich höheren Ausbeuten führt. Galactose, Arabinose und Xylose erhält man in gleichen Mengen bei der methodisch viel einfacher durchzuführenden Trifluoressigsäurehydrolyse. Mannose dürfte sich zum Teil erst im Zuge der Hydrolyse durch Epimerisation von Glucose bilden. Die genannten Befunde gelten nach meinen Erfahrungen uneingeschränkt auch für Bodenproben. Im Gesamtzuckerhydrolysat wird daher nach der Auftrennung nur die Glucose bestimmt; durch Differenz von Gesamtglucose und Glucose im Trifluoressigsäurehydrolysat läßt sich der Gehalt an Cellulose (= Glucose der Cellulose) abschätzen.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Vorschläge zur Gliederung von Bodenprofilen

Mein Gliederungsvorschlag beruht in erster Linie auf makromorphologischen Geländebefunden; zur Objektivierung wird er, wo nötig, ergänzt und gesichert durch einfache Laboranalysen.

Dieses kombinierte Vorgehen, auf dem auch FAO-System (1974) und Soil Taxonomy (1975) basieren, liegt also auch meiner Horizontansprache zugrunde.

4.1.1 Die Horizontierung des Humusprofils

Horizontbezeichnungen und Definitionen lehnen sich möglichst eng an den Vorschlag des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) an; z.T. gehen sie auch auf Babel (1971) zurück. Mit einer Ausnahme (Oh, »Me«) wird auf Einführung neuer Symbole verzichtet. Eine strengere Fassung der Definitionen mancher Zusatzsymbole (Of, Ohf, Ofh, Oh) sowie die Einführung einer neuen Kombination (Ld, Od) erweist sich jedoch als nötig. Die für das Verständnis der Definitionen erforderlichen Profilbeschreibungen sind Anhang II zu entnehmen; zunächst sollten insbesondere die Profile 5 und 30 herangezogen werden.

Ln (n = neu, engl. new): Diese oberste Lage im Bodenprofil besteht zu 100 % aus unmittelbar nach dem Absterben des Gewebes gefallener Streu und ist in typischer Ausprägung nur im Herbst in laubabwerfenden Wäldern zu finden. Charakteristisch sind der Wachs-glanz von Blättern und Nadeln, evtl. daneben grüne Chlorophyllreste. Das Material lagert einzeln, verstreut und ist nicht zerkleinert. Beim Biegen erweist es sich als elastisch; zu starke Beanspruchung führt höchstens zu Knick, nie zu Bruch. Mittels Fingerprobe kann man das Material kaum zerreiben.

Ln-Lagen zeichnen sich im Vergleich zu anderen L-Subhorizonten durch ein höheres pH sowie wesentlich höhere Gehalte an austauschbarem K und Mg aus; austauschbares Ca findet man jedoch deutlich weniger. Auch organische Zellinhaltsstoffe, z.B. freie Aminosäuren zeigen im Ln Maximalwerte, ebenso Cellulose und Lignin (Abb. 21, 32). Die Tiefenfunktionen werden später ausführlich diskutiert.

Die Ln-Lage unterscheidet sich also in wesentlichen morphologischen wie chemischen Eigenschaften von den anderen L-Subhorizonten; das Streumaterial gleicht noch weitgehend lebendem Gewebe (Ln = Ausgangsmaterial, wie Cn im Mineralprofil). Will man den Stoffumsatz im Humusprofil charakterisieren, ist die getrennte Ausscheidung dieser Lage nötig, weil sie den Ausgangszustand der Hauptmasse des »oberirdischen Inputs« repräsentiert.

Lv (v = »verwittert«, besser verändert, engl. varied, altered): Liegt das Streumaterial der Ln-Lage längere Zeit am Boden, so zeigt es nach drei bis sechs Monaten gegenüber dem Ausgangszustand deutliche Veränderungen: Der Wachs-glanz ist verschwunden, matte braune Farben herrschen vor. Während Nadeln äußerlich kaum eine Beschädigung erkennen lassen, weisen Blätter er-

ste Fraßspuren, häufig auch Risse parallel zu den Blattadern auf. Teile der Spreite können bereits fehlen. Außerdem findet man erstmals feinste Kotkrümelchen, doch machen Streureste weiterhin über 90 % der organischen Substanz aus. Die Lagerung ist wie im Ln locker, ohne Aggregation; Blattstreu kann vom Wind noch verweht werden. In manchen Fällen (vgl. Profilbeschreibungen, Anhang II) sind einzelne Nadeln durch das schwarze Mycel von *Herpotrichia nigra* weitmaschig versponnen. Diese Pilze sind gegen UV-Strahlung und Trockenheit offensichtlich sehr resistent (Mirchink und Demkina 1977).

Im Chemismus gibt es zwischen Ln- und Lv-Lage auffällige Unterschiede (pH-, K-, Mg-Minimum, Ca-Anstieg; Abnahme der freien Aminosäuren, Rückgang von Lignin und Cellulose; Abb. 21, 32). Aufgrund morphologischer wie chemischer Eigenschaften kann die Lv-Lage also gut von Ln und nach unten folgendem Ld unterschieden werden.

Manchmal bleiben Blätter nach dem Absterben noch relativ lange am Baum haften und fallen erst im Winter oder im kommenden Frühjahr zu Boden. Dann rechne ich sie sofort zur Lv-Lage. Denn sie weisen die für diesen Horizont charakteristischen Merkmale auf, u.z. morphologisch (Rissigkeit, Fraßspuren, matte braune Farben ohne Glanz, Teile der Spreite u.U. fehlend) wie chemisch (K-, Mg-, pH-Minimum; Minimum an freiem Alpha-Amino-N; Cellulose- und Ligninabnahme). Die hier vorgeschlagenen Horizontbezeichnungen stützen sich auf diese bestimmbareren Materialeigenschaften; demgegenüber scheint es nebensächlich, daß u.U. ein Teil der Lv-Lage als n = neu, i.S.v. frisch auf den Boden gefallen, zu bezeichnen wäre.

Deshalb wird vorgeschlagen, zwar die Symbole Ln und Lv Babels (1971) weiter zu verwenden, da sie in Analogie zu Cn und Cv höchst einprägsam erscheinen, die Definitionen jedoch auf hier beschriebene Kriterien zu gründen.

Nicht der gesamte Ln geht nach längerem Liegen am Boden in eine Lv-Lage über, sondern nur seine obersten Abschnitte; je nach Humusform baut der Rest später u.U. einen weiteren L-Subhorizont auf, die Ld-Lage:

Ld (d = dicht, engl. dense): Wie aus den Symbolen abzuleiten, liegt nun die Streu in dichten Stapeln. Man trifft auf Blatt- und Nadelpakete, in denen zwar Streureste noch weit überwiegen; amorphe organische Feinsubstanz (feine oder gröbere Kotkrümelchen, je nach Humusform) läßt sich jedoch meist ohne Suchen finden (1-10 %). Pilzhyphen und Feinsubstanz bewirken die Verheftung der Streu zu plattig abhebbaren Aggregaten. Besonders gut ist dies naturgemäß unter Buche zu beobachten, wo »pilzliche Doppel-T-Träger« (F.H. Meyer 1962) die Blätter verkleben und Auswehung verhindern. Bei Biegebeanspruchung bricht das Material zu völlig getrennten Stücken; mittels Fingerprobe läßt es sich leicht zu amorphem Brei zermahlen. Von einer typischen Ld-Lage wird erst gesprochen, wenn dichte Blatt- bzw. Nadelpakete aus mindestens fünf Einzelblatt- bzw. -Nadellagen stapelförmig aufgebaut sind. Ansonsten liegen Lv-Ld-Übergangshorizonte vor (Ldv bzw. Lvd).

Fraßspuren finden sich im Ld immer; man kann aus ihnen aber kein horizontspezifisches Merkmal ableiten.

Zu S. 17:

Mör-Renpetrosol auf Dachsteinkalk unter montanem Buchenbeherrschtem Mischwald (Maßstab: 0,2 m); 1250 m NN, planar.



Eine Zerkleinerung der Streu fehlt i.d.R.; zumindest bleibt der Umriß erhalten. Nur ausnahmsweise sind einzelne Blätter, z.B. von Bergahorn und Heidelbeere, schon skelettiert. Auch Nadeln liegen weitgehend unzerbrochen vor, Minierfraß führt jedoch oft zu einer auffälligen Schrumpfung. Veränderungen laufen im Ld anscheinend nicht an der Oberfläche der Streureste, sondern in deren Innerem ab (vgl. Bal, 1969). Insgesamt spielt der Einfluß der Bodenfauna hierbei eine untergeordnete Rolle; entscheidend scheint, daß Mikroorganismen in die toten Zellen eindringen und leicht abbaubare Bestandteile umsetzen, so daß überwiegend die harten Gewebereste zurückbleiben.

Das Verschwinden der weichen Bestandteile führt nicht nur zum erwähnten Schrumpfen der Nadeln, sondern bewirkt auch die charakteristische gelbliche Fleckung des Buchenlaubs. Die in Ln und Lv noch dominierenden Blattbräunungstoffe (Handley 1954) können im Ld bereits teilweise abgebaut sein.

Wesentliche diagnostische Merkmale einer Ld-Lage sind also die dichte, stapelförmige Lagerung der Streu (im Gegensatz zu Ln und Lv) sowie das Fehlen einer Durchwurzelung und nur geringe Anteile (1-10 %) amorpher organischer Feinsubstanz (im Gegensatz zu Of); dadurch läßt sie sich sicher identifizieren.

Der Verlauf, den die Tiefenfunktionen chemischer Kenngrößen in Ld- und O-Horizonten nehmen, hängt im Gegensatz zu Ln und Lv bereits in hohem Maße von der Bodenform ab; Analyseergebnisse werden daher in Abschn. 4.3 bei der ausführlichen Besprechung einzelner Böden diskutiert.

Der Einwand, das Zusatzsymbol »d« in Verbindung mit L oder O (vgl. unten) zu verwenden, führe zu einer Kollision mit dem DBG-Vorschlag (Arbeitskreis für Bodensystematik 1982) scheint nicht stichhaltig. d hat die Grundbedeutung dicht, d.h. es liegt eine dichte Packung vor (vgl. Lehrbücher der Chemie); das braucht nicht a priori abgedichtet zu bedeuten. Nur bei Kombination mit S ist der Horizont (Sd) als wasserstauend definiert. Bei Kombination mit einem anderen Hauptsymbol (Ld, Od) muß nur die Grundbedeutung d = dicht gleichbleiben. Dies ist allgemeine Praxis: So wird z.B. ein Horizont, der das Zusatzsymbol h in Kombination mit den Hauptsymbolen A, B oder O erhält, jeweils völlig anders definiert, genauso verfährt man bei v in Verbindung mit B, C, P (Arbeitskreis für Bodensystematik 1982). Nur die Grundbedeutungen (h = humusakkumuliert, v = verwittert) bleiben gleich. Analog sollte nach diesem Vorschlag mit dem Symbol d verfahren werden; erst die Kombination mit dem Hauptsymbol kennzeichnet die Lage. Für dichte Streupakete scheint die Bezeichnung Ld zudem sehr anschaulich.

L-O-Grenze: In Streupakete dringen von unten her die ersten Feinwurzeln ein. Die beginnende Durchwurzelung, i.d.R. gekoppelt mit einem sprunghaften Anstieg der amorphen organischen Feinsubstanz (> 10 %), erweist sich als leicht diagnostizierbares Merkmal zur sicheren Unterscheidung von L- und O-Lage und damit von Mull- und Moderformen. Wurzeln werden nur in organische Lagen eindringen, wenn Schutz vor Austrocknung gewährleistet ist, wie ihn eine »dichte« Ld-Lage bietet. Ebenso können nur dann Mikroorganismen hohe Aktivität entfalten. Im Gelände läßt sich die Grenze zwischen L- und O-Lage stets leicht finden; infolge der Wurzelverheftung des unter dem Ld folgenden Of kann der Ld flächig abgehoben werden; zudem ist ein höherer Durchfeuchtungsgrad im Of augenfällig.

Nach dem Anteil an Sproßresten (ohne Wurzeln und Wurzelreste!) läßt sich die O-Lage in vier Subhorizonte

gliedern, die in Abhängigkeit vom Standort verschieden ausgebildet sind, z.T. aber auch fehlen:

Of: Die Lage weist noch einen hohen Anteil an Sproßresten auf (90-50 %).

Ohf: Der Sproßrestanteil sinkt auf 50-30 %.

Ofh: Sproßreste sind noch auf Anhieb zu finden, bleiben aber unter 30 %.

Oh: Sproßreste lassen sich mit unbewaffnetem Auge nicht identifizieren; amorphe organische Feinsubstanz bildet den Horizont.

Die gewählten Horizontsymbole sind bei gleicher Länge (max. 3 Buchstaben) aussagekräftiger als eine Indizierung mit Ziffern (z.B. Of1, Of2). Das Zusatzsymbol f bedeutet fermentiert, d.h. »mit vielen zerkleinerten geschwärzten Pflanzenresten« (Scheffer/Schachtschabel 1982, S. 351), h steht für »humusakkumuliert«. Das unterschiedliche Mischungsverhältnis von »fermentierten Pflanzenresten« und amorpher organischer Feinsubstanz (= Humus i.S.v. Laatsch 1957) kann man durch die vier Abstufungen (Of, Ohf, Ofh und Oh) klar und einprägsam darstellen.

Alle bisher aufgeführten O-Subhorizonte (Of, Ohf, Ofh, Oh) kennzeichnet ferner eine lockere Lagerung. Feine und grobe Kotkrümelchen kommen nebeneinander vor. Intensive tierische Wühlarbeit verhindert eine dichte Packung.

Odf, Odhf, Odfh, Odh: Allerdings gibt es auch Humusformen mit dicht gepackten O-Lagen. Diese Horizonte lassen sich mit einem Messer in scharfkantige, nicht bröckelnde Teilstücke zerschneiden - ein Feldtest, der dem Test auf scharfkantige Brechbarkeit nach v. Zezschwitz (1976) vergleichbar, jedoch auch bei etwas höherer Durchfeuchtung der Lagen durchzuführen ist (s.a. Bochter 1981). Als weiteres diagnostisches Kennzeichen dominieren (über 75 %) winzige Krümelchen organischer Feinsubstanz (Durchmesser deutlich unter 0,5 mm), die oft perlenförmig an abgestorbenen Haarwurzeln aufgereiht sind (Solar 1964). Dazu läßt der Ausstrich des Materials nach der Fingerprobe eine deutliche rotbraune Färbung erkennen: 10 R 2/3 oder 2,5 YR 3/3 (Ausnahme Odh,Ca; s.u.!). Offensichtlich treffen der Dichtlagerung entgegenwirkende größere Bodentiere in diesen Horizonten auf keine günstigen Lebensbedingungen; daher fehlen auch ihre groben Kotkrümelchen.

Häufig tritt im Untersuchungsgebiet in Od-Lagen das gelbliche Mycel von *Cortitium bicolor* auf - ein charakteristischer Rohhumuszeiger (vgl. Profilbeschreibungen, Anhang II). Eine Od-Lage ist als »diagnostic horizon« für Rohhumus zu werten (vgl. v. Zezschwitz 1976). Da eine zuverlässige Diagnose im Gelände, z.B. wegen Durchfeuchtung oder hohem Wurzelanteil, nicht immer möglich ist, sollte man einfache Routineanalysen zur sicheren Bestimmung heranziehen. Nach meinen Erfahrungen liegen in Horizonten, die sich im Gelände wegen Dichtlagerung, Feinstkrümelreichtum und rotbraunem Ausstrich zweifelsfrei als Od ansprechen lassen, die pH-Werte immer unter 4,0 und der Mn_E -Gehalt unter 50 $\mu g/g$; gleichzeitig durchläuft die Tiefenfunktion des Mn_E in diesem Profilschnitt ein ausgeprägtes Minimum. Neben morphologischen Kriterien stützt sich die Od-Definition also zusätzlich auf chemische Kennwerte. Letztere hängen weder von der Vegetation noch vom Muttergestein ab; ob eine Übertragung auf Böden außerhalb

des Untersuchungsgebietes möglich ist, muß geprüft werden.

Als Grundlage für die Ausscheidung von Od- (auch Ld-) Horizonten scheint die Lagerungsdichte wenig geeignet; zwar erhöht sie sich im Durchschnitt, wenn man Ohf-, Ofh- und Oh-Lagen mit Odhf, Odfh und Odh vergleicht, ein Grenzwert läßt sich aufgrund großer Schwankungen nicht angeben. Dies ist verständlich, da anders als in Mooren die organischen Lagen nur vergleichsweise geringmächtig werden und außerdem oft intensiv von Grobwurzeln durchsetzt sind; das Ziehen repräsentativer Volumenproben ist deshalb erschwert.

Oh,Me (Me = organisch gebundene mehrwertige Metallionen vorherrschend (engl. metal); z.B. Oh,Ca, Odh,Ca, Oh,CaMg, Odh,AlFe): Grenzen O-Lagen ohne Zwischenschaltung eines mineralischen A-Horizontes direkt an einen festen Fels (mCn) oder an allenfalls mechanisch aufbereitete Substrate ohne Anteile zu schneller Verlehmung neigender Gesteine (klCn, qlCn), so bildet sich ein organischer Kontakthorizont, dessen Eigenschaften wesentlich durch das anorganische Ausgangsmaterial mitbestimmt sind.

Auf Kalken und Dolomiten zeigt er im feldfrischen Zustand eine tiefschwarze Farbe (10 YR 1,7/1), beim Trocknen wechselt der Farbton zu intensivem Dunkelbraun (7,5 YR 2/2). Auf sauren Gesteinen liegt im O-C-Kontaktbereich eine intensive Braunfärbung (7,5 YR 2/2) vor. Rottöne fehlen in beiden Fällen.

Unabhängig von der Humusform unterscheiden sich die Kontakthorizonte in chemischen Eigenschaften klar von den übrigen organischen Lagen: am auffälligsten ist das Maximum an »mobilen organischen Substanzen« (erfaßt und definiert nach Schlichting und Blume (1966) durch Extraktion mit Oxalatlösung; Abb. 21, 32). Auf Kalken findet man sehr hohe Gehalte an Ca_E (Abb. 21, 32: Oh,Ca), auf Dolomiten dazu Mg_E (Oh,CaMg), während auf sauren Substraten, z.B. quarzreichem Orthogneis (Abb. 24, Odh,AlFe), Fe_E und Al_E dominieren. Vergleichend werden die zugrunde liegenden Prozesse in Abschn. 4.3.2 diskutiert. Auf hohe Gehalte organisch gebundener Kationen in Mineralbodenhorizonten kann man analog hinweisen (z.B. Ah,Ca; Bh,AlFe usw.).

Zur Nomenklatur sei angemerkt, daß die Herren O. Wittmann und E. v. Zezschwitz anläßlich einer Exkursion vorschlugen, O-C-Kontakthorizonte auf Carbonatgesteinen durch das Zusatzsymbol m zu kennzeichnen. m sollte als Abkürzung für mollis(lat.) = weich, oder davon abgeleitet für Mull dienen. Auch Kubiena (1953) kennt diese Lage; er bezeichnet sie als vorgebildete »Mullschicht (H-Horizont)« der Tangelrendzinen (S. 45 und S. 218f.). Wichtige Argumente sprechen jedoch gegen die Einführung des Zusatzsymbols m:

Kontaktlagen, reich an mobilen organischen Substanzen findet man nämlich nicht nur auf Kalk (pH-Werte zwischen ca. 7 und 3,7, also auch Od(!)h,Ca), sondern ebenfalls auf sauren Gesteinen mit pH-Werten sogar unter 3,0 (vgl. Abschn. 4.3.1). Bereits der Feldtest auf Dichtlagerung kann positiv ausfallen, je nach augenblicklicher Durchfeuchtung. Vor allem aber verhärtet diese Lagen bei Trocknung u.U. so sehr, daß zur Probenaufbereitung der Backenbrecher eingesetzt werden muß. Das Zusatzsymbol m (= Mull oder mollis) kann daher fehlinterpretiert werden.

Weiter spricht dagegen, daß das Zusatzsymbol in anderer Grundbedeutung (m = massiv) für nicht grabbares Substrat bereits belegt ist (mCn, mCv, Bmhs (Stellung!)), Arbeitskreis für Bodensystematik 1982). Wenngleich es hier im Normalfall vor dem Hauptsymbol steht, würde es doch bei Beschreibung von O-C-Böden mit der Horizontfolge O»m«h - mCn leicht zu Verwechslungen Anlaß geben.

Schließlich läßt sich die O-C-Kontaktlage durch Hinzufügen der chemischen Symbole der Ionen, die in erster Linie organisch gebunden werden (Ca auf Kalk, CaMg auf Dolomit, AlFe auf Gneis usw.) hinreichend und leicht verständlich kennzeichnen.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei schließlich noch darauf verwiesen, daß das Zusatz-Symbol c des DBG-Vorschlags (Arbeitskreis f. Bodensystematik 1982) nicht dem hier verwendeten Ca entspricht. c bedeutet sekundärkalkakkumuliert ($CaCO_3!$), Ca steht hingegen für hohe Gehalte an organisch gebundenem Calcium (Ca!); in den entsprechenden Oh,Ca-Horizonten läßt sich oft kein $CaCO_3$ nachweisen.

Mit Hilfe der vorgestellten Nomenklatur ist es möglich, Humusbildungen eindeutig durch spezifische Horizontfolgen zu definieren. Damit kann zur Bestimmung des Humustyps (Definition s. Abschn. 4.2.2) der gleiche Weg beschritten werden, der sich zur Festlegung des Mineralbodentyps in den anorganischen Profilabschnitten seit Kubiena bestens bewährte. Tab. 5 faßt die diagnostisch wichtigen Horizontmerkmale zusammen.

4.1.2 Zur Unterscheidung von O-, A- und C-Lagen auf carbonatreichem Substrat

Der Arbeitskreis für Bodensystematik (1982) grenzt O- (> 30 % C_{org}) und A-Lagen (< 30 % C_{org}) in Bodenprofilen einzig aufgrund ihres Humusgehaltes voneinander ab. Eine sichere, zur Beurteilung von Bodengenese und Ökologie wesentliche Unterscheidung von O- und C-Lagen, sowie von A- und C-Lagen und ihren Übergangsbildungen aber ist nicht gewährleistet. Denn die Bezeichnung Ah findet z.B. Verwendung für einen Dolomitsand ohne jegliche silikatische Komponente, mit 0,6 bis 30 Gew.% lose eingemengter organischer Substanz, wie auch für einen Horizont, der bei gleichem Humusgehalt zu über 75 % aus silikatischem Material besteht und Carbonat allenfalls in Spuren aufweist; zusätzlich können jeweils bis zu 75 % Festgesteinsreste enthalten sein, ohne daß die Kurzformel Ah zu ändern wäre.

Gerade im Gebirge aber, wo auf engem Raum flachgründige skelettreiche Böden mit tiefgründigen skelettfreien wechseln, wo reinster Carbonatschutt jeglicher Korngröße oder beliebige Mischungen mit silikatischem Deckschichtmaterial vorliegen können, wird eine Horizontansprache nach dem Vorschlag des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) der natürlichen Erscheinungsvielfalt der Lagen nicht gerecht; die Aussagekraft der Horizontsymbole ist in höchstem Maße eingeschränkt.

Legt man die Horizontansprache des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) zugrunde, ist es z.T. nicht möglich, basierend auf der Horizontfolge den Verwandtschaftsgrad der untersuchten Böden zu erkennen. Die Horizontfolge wird damit für die Systematik wertlos. Konsequenterweise spricht Duchaufour (1976) Böden auf Carbonatgestein nicht mehr nach ihrer Horizontfolge an. A_0 - A_1 -C-Profile werden z.B. als Rendzine humifère à moder (S.40) bzw Sol lithocalcique humifère à hydromoder (S.43) bezeichnet - eine aufgrund morphologischer und chemischer Eigenschaften berechnete Unterscheidung. Benennung und Systematik der Böden auf die Horizontfolge zu gründen, ist jedoch einfach und einprägsam; diese Vorteile zeichnen das auf Kubiena (1953) zurückgehende morphogenetische System vor allen anderen mir bekannten Klassifizierungsversuchen aus. Für bodengenetische und ökologische Untersuchungen, wie

zur Weiterentwicklung der Systematik Kubienas, ist es jedoch nötig, die Ansprache einiger Horizonte zu präzisieren. Neben makromorphologischen Geländebefunden stützen sich die Definitionen wieder auf wenige objektive Routineanalysen.

4.1.2.1 Grundgedanke

Die Unterscheidung von organischen (L,O) und mineralischen (A,C) Lagen beruht auf der Grundüberlegung, daß in der Feinerdefraktion dieser Horizonte vier Hauptbestandteile auftreten können:

- (1) Streureste
- (2) Humus
- (3) Verlehmungsprodukte
Entscheidend ist nur die Verlehmung der Lage; ob autochthone Verlehmungsprodukte oder umgelagertes Material (Äolikum, Solifluktionsmassen usw.) vorliegen und ob das anorganische Ausgangssubstrat a priori zu Verlehmung neigt (Mergel- und Tonsteine) bleibt ohne Bedeutung.
- (4) Gesteinsabrieb
Gesteinsabrieb entsteht ohne chemische Veränderung direkt aus dem anorganischen Ausgangssubstrat, fällt jedoch durch ein Sieb mit 2mm Maschenweite und gehört somit definitionsgemäß zur Feinerdefraktion.

Das Mischungsverhältnis dieser vier Hauptbestandteile entscheidet, welche Bezeichnung der Horizont erhalten soll; qualitativ veranschaulicht dies Tab. 6.

4.1.2.2 Schlüssel zur Ansprache von O-, A-, C-Lagen und ihren Übergangsbildungen

Humus- und Streureste lassen sich zusammen über die Kohlenstoffanalyse erfassen¹⁾. Bei carbonatreichem Ausgangssubstrat (> 70 % Kalk bzw. Dolomit im oberflächennahen Untergrund) - nur dieser Fall ist hier von Interesse - kann der Gesteinsabrieb nach Carbonatbestimmung und anschließender Umrechnung auf Kalk bzw. Dolomit erfaßt werden (evtl. Pseudomycelbildung wird vernachlässigt). Verlehmungsprodukte sind durch Berechnung des silikatischen Restes leicht abzuschätzen. Auf diesen einfachen Analysen fußt der Bestimmungsschlüssel (Tab. 7).

Die vorgeschlagene Horizontbezeichnung richtet sich primär nach dem Gehalt an organischer Substanz (Tab. 7, Spalte 1), sekundär nach dem Verhältnis von Gesteinsabrieb (Kalk- bzw. Dolomitgehalt der Feinerde) zu Verlehmungsprodukten (silikatischer Rest der Feinerde), dargestellt in Spalte 2 (Tab. 7).

Substrate mit weniger als 70 % Kalk bzw. Dolomit im oberflächennahen Untergrund werden hier mangels ausreichender eigener Erfahrung nicht betrachtet. Die grobe Gliederung entsprechend

¹⁾ Vereinfacht: $C_{org} \times 2$; der Faktor 1,724 führt zu Unterschätzung des Gehaltes an organischer Substanz in Horizonten mit hohem C-Gehalt, vgl. De Leenheer, o.J..

dem C-Gehalt dürfte sich aber nicht ändern; das Verhältnis Gesteinsabrieb zu Verlehmungsprodukten muß natürlich aufgrund anderer Analysen, z.B. Korngrößenverteilung bestimmt werden. Unterscheidet sich ein mineralischer Oberbodenhorizont abgesehen von höherem Humusgehalt in anorganisch-chemischen Eigenschaften und im Mineralbestand nicht vom darunter folgenden Horizont, vermag ich keinen logischen Grund zu erkennen, trotzdem von einer A-Lage zu sprechen (vgl. Ah- und Cv-Definition). Einleuchtender erscheint es, das Hauptsymbol, das Unterboden bzw. Ausgangssubstrat kennzeichnet, mit dem Zusatzsymbol h zu kombinieren und so den höheren Gehalt an organischer Substanz auszudrücken.

Für einen Ah-Horizont wird nach Tab. 7 Verlehmung und hoher Gehalt an organischer Substanz gefordert. Ein so definierter Ah erfüllt weitgehend (Ausnahme Mächtigkeit) die Bedingungen eines mollic bzw. umbric epipedons, ist jedoch analytisch einfacher zu fassen. Nach Humusgehalt unterscheidet man: AhO, OAh, Ah bzw. Av.

Die Definition Ai (Tab. 7) folgt nicht der des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982). Mächtigkeit der Lage und evtl. lückige Ausbildung bleiben unberücksichtigt. Im Untersuchungsgebiet ist die Mehrzahl mineralischer Horizonte lückig entwickelt. Skelett dominiert; daher scheint es wesentlich günstiger, den Skelettgehalt getrennt anzugeben (vgl. unten). Ai soll vielmehr auf eine einsetzende Verlehmung in mineralischen Oberböden hinweisen, was für eine genetische und ökologische Interpretation sehr wichtig ist. Je nach Gehalt an organischer Substanz wird die Lage als AiO, OAi, Ahi oder Ai bezeichnet.

Ferner ist es angezeigt, die Definition Cv schärfer zu fassen. Das Symbol Cv verwendet man (Tab. 7), wenn in der Feinerdefraktion - und nur sie wird betrachtet - Skelettgehalt die Verlehmungsprodukte weit übertrifft ($> 5 : 1$). Je nach Gehalt an organischer Substanz spreche ich von CvO, OCv, Chv oder Cv.

Keine der in Tab. 7 aufgeführten Horizontbezeichnungen (O, Ah, Ai, Cv und Übergangslagen) beinhaltet Aussagen zum Gehalt an Bodenskelett; es scheint geboten, den Skelettanteil in Anlehnung an die Kartieranleitung (Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde 1971) mit einem eigenen Symbol zu erfassen, z.B.

Symbol	Skelettgehalt (Raum-%, Geländeschätzung)
x' ...	10-30
\bar{x} ...	30-75
$\bar{\bar{x}}$...	> 75

Mit einer Horizontansprache nach Tab. 7 und zusätzlicher Skelettquantifizierung läßt sich nach meinen Erfahrungen in den Kalkalpen sinnvoll arbeiten, weil Böden, die aufgrund zahlreicher in Gelände und Labor erhobener Daten - nur eine sehr kleine Auswahl geht in den Bestimmungsschlüssel ein! - als nahe verwandt anzusprechen sind, tatsächlich eine ähnliche Horizontfolge erhalten. Nicht verwandte Bodenbildungen unterscheiden

sich hingegen deutlich in ihrer Horizontfolge. An drei Beispielen sei dies näher erläutert:

4.1.2.3 Erläuterung an Beispielen

a = neuer Vorschlag

b = Arbeitskreis für Bodensystematik (1982)

Profil 27

a Ln – Lv – Ld – Of – xOhf – \bar{x} Ah1 – \bar{x} Ah2 – \bar{x} Ah3 –
II \bar{x} klCn

b L1 – L2 – L3 – Of1 – Of2 – Ah1 – Ah2 – Ah3 –
IIklCn

Profil 23

a Lv1 – Lv2 – Ld – Of – Ohf – \bar{x} Oh,Ca – \bar{x} Chv1 –
 \bar{x} Chv2 – \bar{x} Cv – \bar{x} klCn

b L1 – L2 – L3 – Of1 – Of2 – Oh – Ah1 – Ah2 – Cv –
klCn

Profil 34

a Ln – Lv – Ldv – Of – Ofh – \bar{x} Oh,Ca – kmCn

b L1 – L2 – L3 – Of – Oh1 – Oh2 – kmCn

Profilbeschreibungen und chemische Daten finden sich in Anhang II.

Die Profile 27 und 23 weisen bei Ansprache nach Arbeitskreis für Bodensystematik (1982) die gleiche Horizontfolge auf. Klare Unterschiede zeigen sich jedoch nach dem hier unterbreiteten Vorschlag. Die Analysendaten bestätigen, daß tatsächlich zwei Profile mit grundsätzlich verschiedenen Eigenschaften vorliegen: der erste Mineralbodenhorizont von Profil 27 (Ah1 = \bar{x} Ah1) wird geprägt durch dunkelbraunes, tonig-lehmiges Deckschichtmaterial, durchsetzt von Dolomitsplittern (28 % der Feinerde). In Profil 23 liegt dagegen im scheinbar vergleichbaren Ah1 = \bar{x} Chv1 ein loses graues Gemenge aus organischer Feinsubstanz (28 %) und Dolomitsand (72 %) vor; silikatisches Material fehlt. Beide Lagen haben fast dieselben Kohlenstoffgehalte (13 bzw. 14 %).

Bodengenetisch sind die Profile 27 und 23 jedoch völlig verschieden zu beurteilen: In Profil 27 dominieren neben Entcarbonatisierung Verbraunung und Verlehmung. Hingegen kommt es in Profil 23 nur zu fortschreitender Ansammlung von organischer Substanz in den O-Lagen. Im Gegensatz zu Profil 27 kann nicht davon ausgegangen werden, daß sich das mineralische Solum vertieft; vielmehr wächst das Profil nur durch vermehrten Streuanfall in die Höhe. Das anorganische Ausgangssubstrat Ramsaudolomit weist weniger als 1 % silikatische Verunreinigungen auf; bis eine für Ai- oder Ah-Bildung ausreichende Menge an Carbonatlösungsrückstand vorhanden ist, vergehen auf diesem Substrat Jahrtausende. Etwa 100 Jahre ungestörter Entwicklung genügen jedoch, um allein durch Akkumulation organischer Substanz den momentanen Zustand zu erreichen (vgl. Abschn. 4.3.5).

Schließlich sei darauf verwiesen, daß die Profile 27 und 23 bezüglich ihrer Standortseigenschaften (z.B. Wasserhaushalt, Makro- und Mikronährstoffversorgung) als völlig verschieden zu betrachten sind, was für die angewandte Bodenkunde (z.B. Waldbau, Trinkwasserversorgung usw.) von entscheidender Bedeutung ist.

Vergleicht man die Profile 23 und 34, so unterscheiden sich bei Ansprache nach dem Vorschlag des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) die Horizontfolgen deutlich, nach meinem Vorschlag zeichnen sich nur geringe Unterschiede ab. Ein Blick auf die analytischen Daten (Anhang II) zeigt die Gemeinsamkeiten. Alles, was oben über die Genese von Profil 23 gesagt wurde (Anhäufung von organischer Substanz, aber keine Verlehmung), gilt ohne Einschränkung auch für Profil 34.

Trotzdem gibt es einen wesentlichen Unterschied: Im einen Fall (Profil 23) liegt der oberflächennahe Untergrund physikalisch aufbereitet vor (ICn); er ist zumindest potentiell durchwurzelbar. So können höhere Gefäßpflanzen rasch Fuß fassen, die Sukzession läuft relativ schnell (vgl. Abschn. 4.3.5). In Profil 34 hingegen stößt man unter einer knapp 1 dm mächtigen Kontaktlage (\bar{x} Oh,Ca), die zudem zu 3/4 aus sehr groben Blöcken besteht auf massiven Fels (mCn). Primärbesiedlung, Vegetationssukzession und Bodenbildung verlaufen demzufolge verzögert. Hochwald ist, weil Wurzeln nicht in mineralisches Substrat vordringen können, enorm windwurfgefährdet.

Eine Ansprache im Sinne des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) läßt daher keine eindeutige Interpretation der Horizontfolge in bodengenetischer wie bodenökologischer Hinsicht zu. Vor allem kann die Systematik nicht auf ihr aufbauen.

Da ich wie Kubiena (1953) Bodentypen aufgrund ihrer Horizontfolgen definiere, ergeben sich entscheidende Konsequenzen für Benennung dieser Böden und Einordnung in das morphogenetische System. Sie werden im folgenden Abschnitt dargestellt.

4.2 Vorschläge zu Nomenklatur und Systematik der Bodentypen

Folgende Schritte sollen der Ansprache von Böden zugrunde liegen:

- (1) Ausscheidung von Horizonten im Gelände;
- (2) Benennung der einzelnen Lagen nach morphologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften;
- (3) Bestimmung des Humustyps aus Auftreten und Abfolge aller L- und O-Lagen, sofern sie diagnostische Bedeutung erlangen;
- (4) Bestimmung des Mineralbodentyps aus Auftreten und Abfolge aller mineralischen Lagen, die diagnostische Bedeutung erlangen;
- (5) Benennung des Bodentyps durch Kombination von Humustyp mit Mineralbodentyp.

Wie schon erwähnt, schlägt Kubiena (1953) vor, Böden nach Auftreten und Abfolge der sie aufbauenden Horizonte zu benennen und in das sog. morphogenetische System einzuordnen. Dieses Vorgehen hat sich in den letzten Jahrzehnten durchaus bewährt.

Beispielsweise spricht man von Braunerden und meint damit Böden mit einer Ah-Bv-C-Horizontfolge. Ändert

sich die Horizontfolge, so ändert sich auch der Bodentyp. Diese Grundgedanken, auf denen das System Kubienas aufbaut, finden auch bei meinen Vorschlägen Beachtung. Die Zwischenschritte (3) und (4), die zunächst getrennte Festlegung des Humus- und Mineralbodentyps also, scheinen nötig, weil es grundsätzlich zwei wesensverschiedene Ausgangssubstrate für die Bodenbildung gibt: organisches und anorganisches. Beide können im Zuge der Pedogenese u.U. völlig getrennt evolvieren. Deshalb ist zumindest theoretisch kein Humustyp an einen bestimmten Mineralbodentyp gebunden und umgekehrt; in der Literatur häufen sich Fälle, die diese Aussage stützen (z.B. »Mull-Podsol«, Blaser 1980).

4.2.1 Definitionen: Humustyp, Tangelhumustyp; Mineralbodentyp

Aus Auftreten und Abfolge aller L- und O-Horizonte (auch AhO, AiO, CvO) wird auf den sog. Humustyp geschlossen. Aus praktischen Gründen ist zu fordern, daß ein L- bzw. O-Subhorizont nur dann diagnostische Bedeutung erlangt, d.h. bei der Namengebung berücksichtigt wird, wenn er durchschnittlich mindestens 0,5 cm Mächtigkeit und zugleich eine Mindestdeckung von 50 % erreicht; ansonsten wird er zur Festlegung des Humustyps der nachfolgenden Lage zugerechnet. Tab. 8 gibt einen Überblick über die wichtigsten Humustypen des Untersuchungsgebietes, definiert durch die Horizontfolge: Mull, Mullmoder, Moder, Mör, Rohhumus.

Unterschieden wird zwischen Mör und Rohhumus letzterem fehlen im Gegensatz zu Mör Odh- und u.U. auch Odh-Lagen. So definierten Rohhumus kenne ich lediglich von Exkursionen im außeralpinen Mitteleuropa. Im Untersuchungsgebiet tritt Rohhumus in typischer Ausprägung nicht auf. Zwei Gründe können dafür maßgebend sein:

- (1) Im Berchtesgadener Land fallen hohe Niederschläge, insbesondere liegt das Maximum im Hochsommer (vgl. Abschn. 2); der Zersetzungsablauf ist daher kaum durch Trockenheit gehemmt. Der vergleichsweise hohe Zersetzungsgrad des Alpenhumus fiel schon Ebermayer (1888) und v. Leiningen (1908/09) auf.
- (2) Die Untersuchung beschränkte sich auf naturnahe Standorte, Streunutzung ist ausgeschlossen. Demgegenüber scheint Rohhumus vor allem unter Koniferenmonokulturen in trockeneren Gebieten und/oder Gegenden, die früher intensive Streunutzung erfuhren, vorzukommen (vgl. v. Zezschwitz und Parniewski, 1979; Kreuzer, Foerst und Baum, 1978). Der Unterschied in der Horizontfolge zwischen Mör und Rohhumus sollte in jedem Fall zum Ausdruck gebracht werden, ob man nun die vorgeschlagenen oder andere Bezeichnungen wählt.

Ich bediene mich bewußt der Schreibweise Pallmanns (Pallmann et al., 1948). Er und seine Schüler, denen wir die erste sich auf exakte morphologische und chemische Befunde stützende Einteilung der Gebirgsböden verdanken, sprechen nämlich von Mör (nicht Mor); dem sollte bei einem Nomenklaturvorschlag Rechnung getragen werden.

Aus sprachlichen Gründen - für die angestrebte Kombination zum Bodentyp (Abschn. 4.2.2) - bilde ich Übergangsformen durch ein zusammengesetztes Substantiv. Also: Mullmoder statt mullartiger Moder; das ist zudem kürzer und genauso eindeutig.

Sehr mächtige organische Lagen bestimmen die Eigenschaften der Pedosphäre vorrangig oder sogar fast ausschließlich. In solchen Fällen empfiehlt sich eine besondere Kennzeichnung des Humustyps. Ich schlage vor, die üblichen Bezeichnungen gemäß nachstehender Definition mit dem Präfix »Tangel-« zu kombinieren:

»Tangel-« wird der Bezeichnung des Humustyps vorangestellt, wenn die Mächtigkeit von L- + O-Lagen (< 75 % Skelett) 30 cm übersteigt (analog Moore; Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, 1971).

Beispiele: Tangelmoder, Tangelmör, Tangelrohhumus usw.

Eine Neufassung des Begriffs »Tangelhumus« scheint unumgänglich, da die genetischen Vorstellungen Kubienas (1948, 1953) nach den vorliegenden Ergebnissen nicht mehr aufrecht zu erhalten sind. Die Bezeichnung »Tangel« soll lediglich darauf hinweisen, daß außergewöhnlich mächtige und daher die Eigenschaften der Pedosphäre nachhaltig beeinflussende organische Lagen ausgebildet sind; denn nur hierin unterscheiden sich die Tangelhumustypen von »normalen« Humustypen. In morphologischen wie chemischen Eigenschaften lassen sich keine grundlegenden Unterschiede feststellen.

Durch Auftreten und Abfolge aller mineralischen Lagen ist der sog. Mineralbodentyp definiert. Tab. 9 gibt einen Überblick über im Untersuchungsgebiet häufig auftretende Mineralbodentypen.

Hervorgehoben sei, daß allen A-Horizonten nur dann diagnostische Bedeutung zugebilligt wird, wenn sie durchschnittlich mindestens 2 cm mächtig werden und die Feinerdefraktion über 25 Raum-% einnimmt (vgl. Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde 1971, S. 39). Andernfalls kann das Symbol A zwar in der Horizontfolge erscheinen, bleibt jedoch für Benennung und systematische Einordnung des Bodentyps ohne Belang.

Eine O-, A-, B- oder C-Lage mit über 75 Vol. % Bodenskelett, z.B. $\bar{x}O_h, Ca, \bar{x}A_h, \bar{x}A_{hi}, \bar{x}C_v$ usw., wird bei Festlegung des Mineralbodentyps wie ein $\bar{x}I_C$ -Horizont (Skeletthorizont) behandelt.

4.2.2 Definitionen: Bodentyp, Bodenform, Humusform

Der Bodentyp wird am sinnvollsten durch sprachliche Kombination von Humustyp und Mineralbodentyp gebildet, die grundsätzlich als frei kombinierbar betrachtet werden. Wie die Soil Taxonomy (1975) bleibt das System offen und erweiterungsfähig.

Sind Deckungsgrad und/oder Mächtigkeit der organischen Lagen zu gering, um diagnostische Bedeutung zu erlangen, gleicht der Name des Mineralbodentyps dem des Bodentyps (z.B. Böden unter Ackernutzung, manche Waldstandorte mit sehr rascher Streumineralisation, aber auch Initialstadien der Bodenbildung, Abschn. 4.3.5.1 u. 4.4.1). Werden hingegen nicht anhaltend vernäbte organische Lagen mächtiger als 1 m (vgl. Soil Taxonomy 1975), soll die Humustypbezeichnung zugleich den Namen des Bodentyps bilden.

Böden mit über 1 m L- und O-Lagen-Mächtigkeit konnte ich bisher noch nicht finden; offensichtlich gibt es sie jedoch, da die Soil Taxonomy (1975) erst bei einer Mächtigkeit organischer Lagen von über 1 m von Typic Folist spricht (vgl. Abschn. 4.3.5).

Weitere in diesem Zusammenhang wichtige Definitionen lauten in schematischer Darstellung:

Humustyp	+	Mineralbodentyp	→ Bodentyp
<u>organisches</u> <u>+Ausgangssubstrat</u>		<u>anorganisches</u> <u>+Ausgangssubstrat</u>	
Humusform	+	Mineralbodenform	→ Bodenform

Beispiel:

Humustyp:	Mullmoder
Humusform:	Mullmoder unter montanem Buchenwald
Mineralbodentyp:	Rendzina
Mineralbodenform:	Rendzina aus Ramsaudolomit
Bodentyp:	Mullmoder-Rendzina
Bodenform:	Mullmoder-Rendzina aus Ramsaudolomit unter montanem Buchenwald

Das organische Ausgangssubstrat liefert i.d.R. die Vegetation; aus der Angabe müssen insbesondere die Hauptstreulieferanten ersichtlich sein. Die bloße Nennung der pflanzensoziologischen Assoziation genügt im allg. nicht. Die Tatsache, daß das organische Ausgangsmaterial namentlich unter menschlicher Einflußnahme schnellen Änderungen unterliegt, spricht nicht gegen die Forderung, es in die Benennung der Bodenform miteinzubeziehen. Wenn nötig, müssen zusätzliche Angaben zur Vegetationsgeschichte gemacht werden.

An den hier untersuchten naturnahen Standorten dürfte sich nach Köstler und Mayer (1974) sowie H. Mayer (1966) für die vergangenen 2000 - 3000 Jahre keine wesentliche Änderung im Vegetationsbild ergeben. Der Anteil einzelner Baumarten unterliegt jedoch kleineren Schwankungen.

Humusform wird analog zu Bodenform, Humustyp analog zu Bodentyp definiert. Dies ist aus logischen wie didaktischen Gründen unerlässlich. Wenn Ehwald (1956) von »Laubholz-Mull«, »Buchen-Moder«, »feinhumusarmem Fichtenrohhumus« usw. spricht, meint er damit die Humusform.

Will man die Pedosphäre einer Lokalität ausreichend kennzeichnen, muß nach meiner Überzeugung die Bodenform genannt werden; betrachtet man lediglich Prozeßabläufe in einem Profil, genügt die Angabe des Bodentyps (= Humustyp + Mineralbodentyp!). Keinesfalls sollte man jedoch das Humus- oder Mineralbodenprofil allein betrachten; beides zusammen bildet nämlich erst den Boden.

4.2.3 Vorschlag für eine Neuordnung des morphogenetischen Systems

Meine Ergebnisse legen die Erweiterung der Klassenzahl in der Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland (Mückenhausen 1977) nahe. O-mC-Böden sollte man in die Klasse Petrosole (griech./lat. = Felsböden), O-IC-Böden in die Klasse Skelettosole (= Böden mit sehr hohem Skelettgehalt) aufnehmen. O-Ai-C- und O-Ah-C-Böden kann man in die Klassen Syrosem (mC) und Lockersyrosem (IC) bzw. rendzinaartige Böden (mC: Rendzinen, Pararendzinen, Ranker) und rendzinaartige Lockerböden (IC) einteilen.

Weiter wird vorgeschlagen, Böden mit Tangelhumus in eine neue Abteilung Tangelsole aufzunehmen. Hier sind Böden zusammenzufassen, deren Eigenschaften vorrangig organische Substanz bestimmt, die aber im Gegensatz zu Mooren im organischen Profilabschnitt keine anhaltende Vernässung aufweisen. Die Gliederung der Abteilung Tangelsole in Klassen lehnt sich an die der Abteilungen Terrestische und Hydromorphe Böden an. Den Klassenbezeichnungen wird das Präfix »Tangel-« vorangestellt. Tab. 10 zeigt die vorgeschlagene Neuordnung des morphogenetischen Systems; ausführliche Erläuterungen folgen im nächsten Abschnitt.

Eine sinnvolle Neuordnung ließe sich u.U. auch durch ein anderes Vorgehen erreichen; z.B. könnte man eine Abteilung Histosole bilden (vgl. Soil Taxonomy) und diese in zwei Unterabteilungen Moore und Tangelsole gliedern. Dazu wäre jedoch die Einführung neuer taxonomischer Einheiten (Unterabteilung) nötig.

Bodenformen mit Tangelhumus sollte man jedoch keinesfalls als bloße Subtypen den jeweiligen Mineralbodentypen anschließen; dies würde der Bedeutung der organischen Substanz in solchen Böden nicht gerecht. Mit gutem Grund reiht man ja auch Niedermoore nicht als Subtypen von Gleyen in Mineralbodenabteilungen ein.

Kurz sei noch meine ursprüngliche Absicht erwähnt, auf die Neueinführung der Klassen Petrosole, Skelettosole, Tangelpetrosole und Tangel skelettosole zu verzichten und dafür von Lithosolen, Regosolen bzw. Tangellithosolen und Tangelregosolen zu sprechen (Bochter 1982). Während intensiver Diskussionen mit den Mitgliedern des Arbeitskreises für Waldhumusformen und der Kom. V. der DBG anlässlich zweier Exkursionen (Mai und September 1982), wurde hiervon dringend abgeraten, da Litho- bzw. Regosole im FAO-System bereits eindeutig definiert wären, u.z. vergleichbar den Syrosem bzw. Lockersyrosem im deutschen Klassifikationssystem. Eine Übernahme hätte also u.U. eine Begriffsverwirrung zur Folge. Diese Argumente überzeugten; völlig neue Bezeichnungen mußten daher gefunden werden: Die Namen Petrosol und Skelettosol sind anschaulich und entsprechen weitgehend den Nomenklaturregeln Kubienas (1953).

Verschiedentlich erging die Anregung, Petrosole und Skelettosole zu den Syrosem zu stellen, Tangelpetrosole und Tangel skelettosole in eine neue Klasse (?) Tangelsyrosem aufzunehmen. Dieses Vorgehen erscheint nicht konsequent: Syrosem sind als Ai-C-Böden definiert; Tangelsyrosem müssen - soll das System durchschaubar bleiben - analog definiert werden. Petrosole und Tangelpetrosole, Skelettosole und Tangel skelettosole aber weisen keinen Ai-Horizont auf, selbst wenn man die Ai-Definition des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) zugrunde legt.

4.2.4 Erläuterung der vorgeschlagenen Neuordnung des morphogenetischen Systems an Beispielen

Zur Verdeutlichung wird in den Abschn. 4.2.4.1 - 12 für die nach meinen Vorschlägen neu einzuführenden Klassen je ein Beispiel beschrieben und die Ansprache nach verschiedenen Klassifikationssystemen vorgestellt. Anmerkungen erläutern, wo nötig, die gewählte Bezeichnung und bewerten sie hinsichtlich ihrer Aussagekraft. Im Text ist lediglich die Horizontfolge aufgeführt, u.z. a = Ansprache nach dem hier unterbreiteten Vorschlag, b = Ansprache nach Arbeitskreis für Bodensystematik (1982); ausführliche Profilbeschreibungen und Datentabellen finden sich im Anhang II. Ein umfassender Vergleich der vorgeschlagenen Neuordnung mit den Klassifikationssystemen von Kubiena (1953), Mückenhausen (1977) unter Zugrundlegung der Nomenklaturvorschläge des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982), Duchaufour (1976), FAO-Unesco (1974) und der Soil Taxonomy (1975) folgt in Abschn. 4.2.5.

4.2.4.1 Klasse Petrosole

In der Klasse Petrosole werden Böden zusammengefaßt, deren organische Lagen weniger als 30 cm Mächtigkeit erreichen und dem anstehenden Fels direkt aufliegen, allenfalls unter Zwischenschaltung einer geringmächtigen (< 10 cm) Entfestigungszone. Als Beispiel dient die Bodenform Modernull-Renpetrosol auf anstehendem Dachsteinkalk unter montanem Buchenmischwald (Profil 34, Anhang II).

Horizontfolge:

a Ln - Lv - Ldv - [Of]¹⁾ - Ofh - \bar{x} Oh,Ca - kmCn
 b L1 - L2 - L3 - Of - Oh1 - Oh2 (?) - kmCn

Neuer Vorschlag: Mullmoder-Renpetrosol¹⁾

Kubiena (1953): Protorendzina oder mullartige Rendzina²⁾

Mückenhausen (1977)
 u. DBG Kom. V (1982): nicht bestimmbar³⁾

Duchaufour (1976): Sol lithocalcique humifère à mull-moder²⁾

FAO (1974): Calcaric Regosol, evtl. Lithosol⁴⁾

Soil Taxonomy (1975): Lithic Borofolist⁵⁾

1) Die Of-Lage erreicht nur 30% Deckung und wird daher bei der Bezeichnung nicht berücksichtigt (Modernull nicht Mullmoder!).

2) Welche Rendzina-Varietät vorliegt, läßt sich nicht mit Bestimmtheit angeben: Das Vegetationsbild (Buchenhochwald!) spricht für mullartige Rendzina (vgl. Kubienas Bestimmungsschlüssel), andererseits finden sich im O-C-Kontakthorizont nur 13% Kalk und keine silikatischen Verlehmungsprodukte, so daß man nur bedingt von »mineralreichen« Aggregaten sprechen kann. Nach Kubiena (1953) wäre die \bar{x} Oh,Ca-Lage als A₁ (»Mullschicht«) zu benennen, wie auch die Ah-Lage einer Rendzina nach dem hier unterbreiteten Vorschlag. Weil Kubiena seiner Einteilung keine chemischen Analysen zugrunde legt, muß er diesen Boden zwangsläufig zu den Rendzinen stellen. Duchaufour (1976) verwendet noch die gleichen Horizontsymbole wie Kubiena (1953), auch er würde die \bar{x} Oh,Ca-Lage als A₁ bezeichnen. Trotzdem spricht er den Boden nicht als Rendzina an; das kann nur dahingehend interpretiert werden, daß in seinem Klassifikationssystem die Horizontfolge als Ordnungsprinzip zurücktritt, was mit den Grundgedanken Kubienas (1953) freilich nicht in Einklang steht. Der

Rendzina-Begriff Kubienas (1953) ist viel zu weit gefaßt und stimmt mit der Rendzina-Definition keines anderen hier diskutierten Klassifikationssystems überein, das weltweite Geltung beanspruchen darf. Schon aus diesem Grund scheint eine Neufassung unumgänglich.

3) Der \bar{x} Oh,Ca-Horizont enthält 44 % C_{org}; daher kann dieser Boden nicht in die O-A-C-Klasse eingereiht werden (kein Ah i.S.d. Arbeitskreises für Bodensystematik 1982).

Auf den Exkursionen mit dem Arbeitskreis für Waldhumusformen (Bochter 1982a) erging der Vorschlag, derartige Böden, insbesondere wenn ein Moderprofil vorliegt (Moder-Renpetrosole), als »Alpine Moderrendzinen« zu bezeichnen. Dem kann nicht zugestimmt werden, denn die Bezeichnung alpin scheint irreführend, der Name Rendzina zweideutig:

Zum einen liegen diese Böden nämlich nicht in der alpinen Stufe, auch die Vegetation verweist keinesfalls in diese Höhenlagen (Buchenhochwald), außerdem sind mir solche Bodenbildungen auch im außeralpinen Mitteleuropa bekannt (z.B. Mullmoder-Renpetrosol: Frankenalb; Moder-Ranpetrosol: Fichtelgebirge). Zum anderen bleibt unklar, ob nun tatsächlich eine O-Ah-C-Abfolge mit Humustyp Moder vorliegt, also eine Moder-Rendzina nach meinem Vorschlag (beschrieben in Abschn. 4.2.4.5) oder aber das Moderprofil anstehendem Kalkfels aufliegt und sich eine O-C-Horizontfolge ergibt (Moder-Renpetrosol). Auf die grundlegenden genetischen wie ökologischen Unterschiede zwischen beiden Bodentypen wurde in Abschn. 4.1.2.3 bereits hingewiesen.

4) Nicht grabbares Festgestein findet sich erst in über 10 cm Tiefe, daher verweist der Schlüssel eigentlich auf Calcaric Regosol. Eine sinnvolle Klassifizierung im FAO-System scheint jedoch ausgeschlossen.

5) Die Soil Taxonomy ordnet auch derartig geringmächtige O-C-Böden bereits eindeutig den Histosolen zu, wobei bis zu einer Mächtigkeit der organischen Lagen von 1 m (!) von Lithic (Boro-)Folists gesprochen wird.

Gegenüber der Klasse Skelettosole (Abschn. 4.2.5.2) grenzt man Petrosole nach der Mächtigkeit der Entfestigungszone ab:

Mächtigkeit der Entfestigungszone	Bodenklasse und Übergangsbildungen
≤ 10 cm	Petrosol
10 - 50 cm	Skelettopetrosol
50 - 100 cm	Petroskelettosol
> 100 cm	Skelettosol

4.2.4.2 Klasse Skelettosole

Skelettosole sind Böden, die eine O-C-Horizontfolge aufweisen, sich im Gegensatz zu Petrosolen jedoch auf grab- und durchwurzelbaren Substraten bilden (Mächtigkeit > 1 m) und keinen Tangelhumus besitzen. Das mineralische Lockersubstrat besteht zu mindestens 75 Vol% aus Bodenskelett (> 2 mm).

Auf Almkalken, Dolomitschwemmsanden oder quarzreichen Dünsanden entstehen keine Skelettosole (Böden auf solchen Substraten wurden jedoch nicht untersucht, das Problem ihrer eindeutigen Benennung stellt sich an dieser Stelle nicht).

Als Beispiel dient die Bodenform Mullmoder-Renskelettosol auf Ramsaudolomitschutt unter initialem Latschenbusch (Profil 23, Anhang II).

Horizontfolge:

a Lv1 – Lv2 – Ld – Of – Ohf – \bar{x} Oh,Ca – \bar{x} Chv1 – \bar{x} Chv2 – \bar{x} Cv – \bar{x} klCn

b L1 – L2 – L3 – Of1 – Of2 – Oh – Ah1 – Ah2 – Cv – klCn

Neuer Vorschlag: Mullmoder-Renskelettosol

Kubiena (1953): Protorendzina

Mückenhausen (1977)
u. DBG Kom. V. (1982): Syrosemrendzina oder mullartige Rendzina¹⁾

Duchaufour (1976): Sol humo-calcaique à mull-moder²⁾

FAO (1974): Calcaric Regosol³⁾

Soil Taxonomy (1975): Typic Borofolist⁴⁾

1) Nach der Horizontnomenklatur des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) ist die \bar{x} Chv1-Lage als Ah-Horizont anzusprechen; die Problematik dieser Bezeichnung wurde bereits in Abschn. 4.1.2.3 diskutiert. Ob nach Mückenhausen (1977) eine Syrosemrendzina oder eine mullartige Rendzina, evtl. sogar eine Moderrendzina, vorliegt, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden.

2) Die Bezeichnung »humo-calcaique« weist im Gegensatz zu »lithocalcaique« (Abschn. 4.2.5.1) auf Lockergestein hin.

3) Die Tatsache, daß kein verlehmt mineralischer Oberboden vorhanden ist, geht aus der Bezeichnung nicht eindeutig hervor. Ein mollic A horizon ist nicht ausgebildet.

4) Die Soil Taxonomy stellt auch dieses Profil zu den Histosols; da anstehender Fels tiefer als 1 m liegt, wird von Typic Borofolist gesprochen. Die - auf dem subgroup-Niveau allerdings nicht vorgesehene - Bezeichnung Entic Borofolist gäbe eine klarere Vorstellung vom Profilaufbau: die Feinerde der \bar{x} Chv-Horizonte besteht nämlich aus mineral soil material, zusammengesetzt jedoch ausschließlich aus Gesteinsabrieb und organischer Substanz; daher liegt ein organic soil vor.

4.2.4.3 Klasse Syroseme

Syroseme weisen eine O-Ai-C-Horizontfolge auf; Wurzeln erreichen anstehendes nicht grabbares Festgestein, d.h. in maximal 1 m Tiefe tritt ein lithic oder paralithic contact (i.S.d. Soil Taxonomy 1975) auf. Als Beispiel wird die Bodenform skelettreicher Mullmoder-Rensyosem mit mächtigem Ahi unter montanem Buchenwald auf Hangschutt über Ramsadolomit besprochen (Profil 35).

Horizontfolge:

a Lv1 – Lv2 – Ld – Of – \bar{x} AiOh – \bar{x} Ahi – \bar{x} Ahi – llkmCn

b L1 – L2 – L3 – Of – Oh – Ah1 – Ah2(?) – llkmCn

Neuer Vorschlag: Mullmoder-Rensyosem¹⁾

Kubiena (1953): Mullartige Rendzina, evtl. Mullrendzina²⁾

Mückenhausen (1977)
u. DBG Kom. V (1982): Mullartige Rendzina, evtl. Mullrendzina²⁾

Duchaufour (1976): Sol humo-calcaire à mull-moder³⁾

FAO (1974): Calcaric Regosol – Rendzina⁴⁾

Soil Taxonomy (1975): Inceptic Lithic Rendoll⁴⁾

1) Die Ai-Horizonte werden zusammen vergleichsweise mächtig (22 cm); diese Eigenschaft sollte wie der hohe Skelettgehalt in niedrigen Kategorien (Subtyp, Bodenform) zum Ausdruck gebracht werden. Die Bezeichnung Ahi ist jedoch gerechtfertigt, da dolomitischer Skelettabrieb die Verlehmungsprodukte im Verhältnis ca. 3:1 überwiegt.

2) Im A-Horizont liegen mineralreiche humose Aggregate vor; ob die Bezeichnung Mullrendzina oder mullartige Rendzina zutrifft, läßt sich jedoch nicht sicher entscheiden, weil exakte diagnostische Merkmale hierfür fehlen. Die Humusbildung ist dagegen ohne Zweifel in die Modergruppe einzureihen; resultierende Bezeichnungen wie Mullrendzina mit »Humusform« mullartiger Moder scheinen aber nicht sinnvoll.

3) Aus der Bezeichnung »humo-calcaire« geht die beginnende Verlehmung im mineralischen Oberboden hervor. Der Humustyp wird zusätzlich angegeben. Somit ist eine klare Vorstellung von Aufbau und Eigenschaften der Pedosphäre möglich.

4) Die Ahi-Horizonte erreichen 18 cm Mächtigkeit, die Bodenart ist LS-SL; deshalb treffen die Definitionen für mollic-A-horizon bzw. mollic epipedon nur eingeschränkt zu. Es liegen Übergangsbildungen zwischen Rendzina und Calcaric Regosol (FAO) bzw. Lithic Rendoll und Inceptisol (Soil Taxonomy) vor. Der Ai-Charakter des mineralischen Oberbodens i.S. der vorgeschlagenen Ai-Definition läßt sich aus diesen Bezeichnungen ersehen.

4.2.4.4 Klasse Lockersyroseme

Lockersyroseme unterscheiden sich von Syrosemern nur dadurch, daß das mineralische Ausgangssubstrat bereits mechanisch aufbereitet ist und so einer tiefgründigen Durchwurzelung nicht im Wege steht. Festgestein tritt erst in über 1 m Tiefe auf.

Die Bodenform tangelskelettosolartiger Mullmoder-Renlockersyosem auf Ramsadolomithangschutt unter montanem grasreichen Kiefernwald dient als Beispiel (Profil 36).

Horizontfolge:

a Lv – Ld – Of – x'Ofh,Ca – \bar{x} OhAi – \bar{x} Cv – \bar{x} klCn

b L1 – L2 – Of – Oh1 – Oh2 – Cv – klCn

Neuer Vorschlag: Mullmoder-Renlockersyosem

Kubiena (1953): Mullartige Rendzina

Mückenhausen (1977)
u. DBG Kom. V (1982): nicht bestimmbar¹⁾

Duchaufour (1976): Sol humo-calcaire à mull-moder

FAO (1974): Calcaric Regosol – Rendzina

Soil Taxonomy (1975): Inceptic Typic Rendoll

1) Im Profil tritt eine 12 cm mächtige OhAi-Lage auf, die nach dem Arbeitskreis für Bodensystematik (1982) noch als Oh-Lage anzusprechen wäre. Im Vgl. zum Mullmoder-Renskelettosol (Abschn. 4.2.4.2, Profil 23) finden sich jedoch bereits hohe Anteile von Verlehmungsprodukten, so daß aus ökologischen und genetischen Gründen eine Unterscheidung geboten erscheint. Hierzu ist es aber nötig, die Grenze von O- und A-Lagen nicht bei 30 % org. Substanz festzuschreiben, sondern Übergangshorizonte wie im Bestimmungsschlüssel (Tab. 7 Abschn. 4.1.2.2) zu definieren. Auf den hohen Humusgehalt im OhAi-Horizont läßt sich in niedrigen Kategorien (Subtyp, Bodenform) durch das Attribut »tangelskelettosolartig« hinweisen.

4.2.4.5 Klasse Rendzinaartige Böden

Die hier zusammengefaßten Bodentypen zeichnen sich durch eine (O)-Ah-mCn-Horizontfolge aus; Tangelhumusbildung fehlt. Festgestein steht in maximal 1 m Tiefe an. Nach lithogenen Merkmalen unterscheidet man Ranker, Pararendzinen und Rendzinen. Als Beispiel dient folgende Bodenform: Moder-Rendzina auf schwach entfestigtem Hauptdolomit mit silikatischer Deckschicht unter montanem Buchenwald (Profil 29).

Horizontfolge:

- a Lv – Ld – OfLd – Of – Ohf – Ofh – AhOfh – xOhAh²⁾ – II \bar{x} Cv – kmCn
- b L1 – L2 – OfL(?) – Of2 – Of3 – Oh1 – Oh2 – Oh3²⁾ – IICv – kmCn

Neuer Vorschlag: Moder-Rendzina

Kubiena (1953): Mullrendzina¹⁾

Mückenhausen (1977)
u. DBG Kom. V (1982): nicht bestimmbar²⁾

Duchaufour (1976): Rendzine humifère à moder

FAO (1974): Rendzina²⁾

Soil Taxonomy (1975): Lithic Rendoll²⁾

1) In keinem Fall kann das 16 cm mächtige Humusprofil als Mull bezeichnet werden; der Name »Mullrendzina mit Moder« jedoch ist unsinnig, wengleich aus der Tradition verständlich (vgl. Abschn. 1).

2) Mit 34 % organischer Substanz ist die xOhAh-Lage nach dem Arbeitskreis für Bodensystematik als Oh anzusprechen. Hier wird wieder deutlich, wie zwingend nötig die eindeutige Definition von Übergangshorizonten ist (vgl. Abschn. 4.1.2.2 Bestimmungsschlüssel). Der Boden weist einen mollic-A-horizon (FAO) bzw. ein mollic epipedon (Soil Taxonomy) auf und kann deshalb keinesfalls Petrosolen oder Syrosemen zugerechnet werden.

4.2.4.6 Klasse Rendzinaartige Lockerböden

O-Ah-C-Böden ohne Tangelhumus, die sich auf grab- und damit durchwurzelbaren geologischen Substraten von über 1 m Mächtigkeit entwickelten, werden in dieser Klasse zusammengefaßt. Als Mineralbodentypen treten

Lockerranker (Regosole i. S. v. Mückenhausen (1977); vgl. Abschnitt 4.2.3: Anmerkungen zur Übernahme von Bezeichnungen aus dem FAO-System!), Lockerpararendzinen und Lockerrendzinen auf. Die Bodenform Moder-Lockerrendzina auf Ramsaudolomitschutt mit silikatischer Deckschicht unter montanem Buchenbeherrschtem Mischwald dient als Beispiel (Profil 37).

Horizontfolge:

a Ln – Lv – Ld – Of – Ohf – xOfh – \bar{x} Ah1 – \bar{x} Ah2 – \bar{x} Ah3 – II \bar{x} kICn

b L1 – L2 – L3 – Of1 – Of2 – Oh – Ah1 – Ah2 – Ah3 – IIkICn

Neuer Vorschlag: Moder-Lockerrendzina

Kubiena (1953): Mullrendzina¹⁾

Mückenhausen (1977)
u. DBG Kom. V (1982): Mullrendzina¹⁾

Duchaufour (1976): Rendzine humifère à moder

FAO (1974): Rendzina

Soil Taxonomy (1975): Typic Rendoll

1) Der Humustyp ist keinesfalls Mull, eine Bezeichnung Mullrendzina mit Humustyp Moder jedoch ein Widerspruch in sich.

4.2.4.7 Klasse Tangelpetrosole

Petrosole, die Tangelhumus aufweisen, werden in dieser Klasse vereinigt. In maximal 1 m Tiefe steht Festgestein an.

Tangelsole, deren organische Lagen mächtiger als 1 m werden, konnte ich bisher nicht finden. Falls sie auftreten und tatsächlich Tangelhumus aufweisen, sollte man sie in eine eigene Klasse einordnen.

Die folgende Bodenform dient als Beispiel: mächtiger rendzinaartiger Tangelmör-Renpetrosol auf anstehendem oberflächlich entfestigtem Dachsteinkalk unter subalpinem Zirbenwald mit Zwergstrauchunterwuchs (Profil 38).

Horizontfolge:

a Lvn – Lv – Ld – Of – Ohf – Odhf – Odfh1 – Odfh2 – Odh1 – Odh2 – Odh3 – Oh,Ca – \bar{x} OhAh¹⁾ – kmCn

b L1 – L2 – L3 – Of1 – Of2 – Of3 – Oh1 – Oh2 – Oh3 – Oh4 – Oh5 – Oh6 – OhCv(?) – kmCn

Zu S. 27:

Lv-, Ld- (4 cm, dichte Blattpakete), Of-(3 cm, erste Feinwurzeln zwischen Blattpaketen), Odhf-(5 cm) und Odfh-(3 cm) Lagen eines Tangelmör-Renpetrosols auf Ramsaudolomit unter montanem Buchenbeherrschtem Mischwald; 1110 m NN, W-Exposition.



Neuer Vorschlag:	Tangelmör-Renpetrosol ¹⁾
Kubiena (1953):	dystrophe Tangelrendzina ²⁾
Mückenhausen (1977) u. DBG Kom. V. (1983):	nicht bestimmbar
Duchaufour (1976):	Sol lithocalcique humifère à mor
FAO (1974):	nicht bestimmbar (vgl. Abschn. 4.2.6)
Soil Taxonomy (1975)	Lithic Cryofolist ³⁾

1) Der \bar{x} OhAh-Horizont besteht zu über 90 % aus Dachsteinkalkblöcken; nach Abschn. 4.2.2 kommt ihm daher keine diagnostische Bedeutung zur Festlegung des Bodentyps zu. Die Spalten zwischen den Blöcken sind mit Humus (34 % org. Substanz) durchsetzt von schwach kalkhaltigem Lehm gefüllt, in den vereinzelt lebende Wurzeln eindringen. Für die Nährstoffversorgung ist dieses Material wichtig, trotz oft nur tafelförmiger Ausbildung. In niedrigen Kategorien kann auf die \bar{x} OhAh-Lage durch das Adjektiv »rendzinaartig« hingewiesen werden.

Erreichen L- und O-Lagen über 50 cm Mächtigkeit, so kann dies bei der Bezeichnung der Bodenform durch das Attribut »mächtig« hervorgehoben werden.

2) Nach dem Bestimmungsschlüssel und den Angaben zur Tangelrendzina bei Kubiena (1953) ist der Boden eindeutig als dystrophe Tangelrendzina anzusprechen. Ein Ah-Horizont in meinem Sinne oder i.S. des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) fehlt jedoch; daher sollte der Ausdruck Rendzina vermieden werden. Das Attribut dystroph ist redundant, falls - wie erforderlich - der Humustyp (Tangelmör) aus der Boden-typbezeichnung hervorgeht.

3) Die Soil Taxonomy verweist auch diesen Boden zu den Lithic Folist, wie den Mullmoder-Renpetrosol (Abschn. 4.2.4.1); beide Profile unterscheiden sich nur (zufällig!) im Temperaturregime (Lithic Borofolist - Lithic Cryofolist). Um von Typic Cryofolist zu sprechen, müßte der lithic contact tiefer als 1 m liegen. Das Bodenprofil zeigt jedoch in beiden Fällen einen deutlich differierenden Aufbau. Dieser Tatsache wird die US-Klassifizierung nicht gerecht. Sämtliche Tangelpetrosole sind nach der Soil Taxonomy als Folist zu bezeichnen, da sie keinesfalls 6 Monate oder mehr im Jahr Wassersättigung aufweisen, wie für die übrigen Unterordnungen der Histosole gefordert.

Bis auf wenige Ausnahmen, die zur Abteilung Moore überleiten, zeigen Tangelpetrosole, wie auch die übrigen Klassen der Tangelsole, keine Anzeichen anhaltender Vernässung in L- und O-Lagen. Zur Zeit der Schneeschmelze ist jedoch u.U. mit ausgeprägter Haftnässe und zeitweilig reduzierenden Bedingungen zu rechnen. In der vorliegenden Arbeit kann dies durch bodenphysikalische Meßergebnisse nicht belegt werden. Gestützt wird die Ansicht aber durch den Befund, daß bei Übergreifen der mächtigen organischen Decken von anstehendem Fels auf Substrate, die die Bildung eines mineralischen Oberbodens zulassen, dieser i.d.R. reduktomorph überprägt ist (vgl. Abschn. 4.3.2 und Profile 11,15). Wasserhaushaltsuntersuchungen von Tangelmör-Renpetrosolen kenne ich bisher nur aus den französischen Alpen. Nach Gilot und Dommergues (1967) sind derartige Böden (»lithosol calcaire à mor«) niemals im Jahreslauf wassergesättigt, u.z. auch nicht zur Zeit der Schneeschmelze oder während sommerlicher Starkregen. Diese Befunde bestätigen, daß Tangelpetrosole keinesfalls organische Naßböden darstellen (Soil Taxonomy: Folist nicht Saprist!); dennoch sollten

weitere bodenphysikalische Untersuchungen die Zeitdauer einer möglichen Naßphase klären.

4.2.4.8 Klasse Tangel skelettosole

Die hier zusammengefaßten Böden weisen als gemeinsames Merkmal Tangelhumus über skelettreichem (> 75 Vol-%) Lockergestein auf. Ein lithic bzw. paralithic contact (Soil Taxonomy 1975) liegt tiefer als 1 m.

Beispiel: Tangelmoder-Renskelettosol auf Ramsaudolomit-Schuttfächer unter tiefsubalpinem Latschen-Spirkenbestand (Profil 24).

Horizontfolge:

a Lv1 - Lv2 - Ld - Of - Ohf - x-Ofh - \bar{x} CvOh,Ca1 - \bar{x} CvOh,Ca2 - \bar{x} Chv - \bar{x} klCn

b L1 - L2 - L3 - Of1 - Of2 - Oh1 - Oh2 - Oh3 - Ah - klCn

Neuer Vorschlag:	Tangelmoder-Renskelettosol
Kubiena (1953):	Tangelrendzina
Mückenhausen (1977) u. DBG Kom. V (1982):	Kalkmoderrendzina oder Tangelrendzina
Duchaufour (1976):	Sol humo-calcique humifère à moder
FAO (1974):	nicht bestimmbar, evtl. Calcaric Regosol
Soil Taxonomy (1975):	Typic Borofolist (Entic Borofolist)

4.2.4.9 Klasse Tangel syroseme

Folgt unter einem Tangelhumusprofil ein Ai-Horizont, wird vorgeschlagen, den Boden in die Klasse Tangel syroseme einzureihen, falls der Wurzelraum durch Festgestein in maximal 1 m Tiefe eingeschränkt ist.

Beispiel: Tangelmör-Rensyroseme mit mächtigem AhI aus Ramsaudolomit unter montanem Buchenmischwald (Profil 39).

Horizontfolge:

a Lv - Ld - Of - Ohf - Odh - Odh1 - Odh2 - Odh3 - x-Oh,Ca - \bar{x} AhI - \bar{x} Cv - kmCn

b L1 - L2 - Of1 - Of2 - Oh1 - Oh2 - Oh3 - Oh4 - Oh5 - Ah - Cv - kmCn

Neuer Vorschlag:	Tangelmör-Rensyroseme ¹⁾
Kubiena (1953):	dystrophe Tangelrendzina ²⁾
Mückenhausen (1977) u. DBG Kom. V (1982):	Tangelrendzina ²⁾
Duchaufour (1976):	Sol humo-calcaire à mor
FAO (1974):	nicht bestimmbar
Soil Taxonomy (1975):	Folic Inceptic Lithic Rendoll ³⁾

- 1) Wieder liegt ein vergleichsweise mächtiger Ai-Horizont (> 10 cm) vor, was man in niederen Kategorien hervorheben kann.
- 2) Die Bezeichnung Tangelrendzina muß insofern mit einem Fragezeichen versehen werden, da diese nach Kubiena (1953) und Mückenhausen (1977) an »Tangelpflanzen« bzw. an die subalpine Stufe gebunden ist. Das Profil bildete sich jedoch unter montanem Buchenwald.
- 3) Da die \bar{x} Ah-Lage mächtiger als 10 cm wird, muß der Boden als mineral soil klassifiziert werden; die Definition für mollic epipedon ist jedoch nicht völlig erfüllt (\bar{x} Ah: IS-(I)S, 15 cm mächtig). Durch das Attribut »Folic« wird auf die besonders mächtigen organischen Lagen hingewiesen.

4.2.4.10 Klasse Tangellockersyrosem

Im Gegensatz zu den Tangelyrosem entwickeln sich diese O-Ai-C-Böden auf Lockergestein (nicht grabbares Festgestein liegt tiefer als 1 m).

Beispiel: tangelskelettosolartiger Tangelmör-Renlockersyrosem aus Ramsaudolomithangschutt unter montanem zwergstrauchreichem Kiefernwald (Profil 25).

Horizontfolge:

- a Lv1 – Lv2 – Ld – Of – Od_{fh} – Od_{h1} – Od_{h2} – Od_{h3} – Od_{h4} – Oh, CaMg – \bar{x} OhAi – \bar{x} klCn
- b L1 – L2 – L3 – Of – Oh1 – Oh2 – Oh3 – Oh4 – Oh5 – Oh6 – Oh7 – klCn

Neuer Vorschlag:	Tangelmör-Renlockersyrosem
Kubiena (1953):	dystrophe Tangelrendzina
Mückenhausen (1977) u. DBG Kom. V (1982):	nicht bestimmbar
Duchaufour (1976):	Sol humo-calcaire à mor
FAO (1974):	nicht bestimmbar
Soil Taxonomy (1975):	Rendollic Typic Borofolist

4.2.4.11 Klasse Rendzinaartige Tangelsole

O-Ah-C-Böden mit Tangelhumus und anstehendem Festgestein in maximal 1 m Tiefe werden in dieser Klasse zusammengefaßt. Als Beispiel dient die Bodenform Tangelmör-Rendzina aus Dachsteinkalk mit silikatischer Deckschicht unter subalpinem Fichtenwald (Profil 10).

Derartige »Tangelrendzinen« findet man im Untersuchungsgebiet nur in Ausnahmefällen; Pararendzinen und Ranker mit Tangelhumus kommen in den Berchtesgadener Alpen anscheinend nicht vor; wohl aber gibt es diese Böden in den Zentralalpen.

Horizontfolge:

- a Lv – Of – Ohf – Od_{fh} – Od_{h1} – Od_{h2} – Od_{h3} – Ah, Ca – IlkmCn
- b L – Of1 – Of2 – Oh1 – Oh2 – Oh3 – Oh4 – Ah – IlkmCn

Neuer Vorschlag:	Tangelmör-Rendzina
Kubiena (1953):	dystrophe Tangelrendzina
Mückenhausen (1977) u. DBG Kom. V (1982):	Tangelrendzina
Duchaufour (1976):	Rendzine humifère à mor
FAO (1974):	Rendzina
Soil Taxonomy (1975):	Folic Typic Rendoll

4.2.5 Vergleich der vorgeschlagenen Neuordnung des morphogenetischen Systems mit anderen Klassifikationssystemen

4.2.5.1 Vergleich mit Kubiena (1953)

Der direkte Vergleich der Systematik Kubienas (1953) mit meinen Vorschlägen ist problematisch; in dreifacher Hinsicht treten Schwierigkeiten auf:

- (1) Kubiena stützt sich bei seiner Einteilung in zu geringem Ausmaß auf chemische Analysen.
- (2) Er unterscheidet nicht, wie der Arbeitskreis für Bodensystematik (1982), zwischen O- und A-Lage.
- (3) Kubiena versteht (1953, S. 37) unter »Humusform die Humusbildung als Ganzes, d.h. mit ihr sind nicht nur bestimmte chemische oder physikalische Merkmale, sondern vor allem ein bestimmter Profilaufbau mit allen seinen Horizonten, ihren bestimmten Innengefügen sowie die Gesamtheit des Lebens in diesen gemeint.« Diese Definition stimmt nur teilweise mit meinem Begriff »Humustyp« überein, der ausschließlich (nicht »vor allem« s.o.) durch die Abfolge von L- und O-Horizonten festgelegt wird. Besondere Probleme ergeben sich, weil Kubiena (1953) mit den Termini Mull, Moder, Rohhumus nicht nur einzelne Humusformen beschreibt, sondern diese gleichzeitig für einzelne Lagen in Humusprofilen benützt. Beispiele: »Mullschicht der Tangelrendzina« (S. 42f.); Humusform des Dystrophen Rankers: »Rohhumus. ... torfähnlich aussehende, dichtgefügte, stets gut durchfeuchtete, dunkelbraune Rohhumusbildung, die auf einem schwärzlichen mineralreichen Moder aufliegt« (S. 196).

Berücksichtigt man die Höhe der Kategorien nicht, so lassen sich beide Systeme etwa wie in Tab. 11 dargestellt, parallelisieren. Die genetisch und ökologisch entscheidenden Unterschiede zwischen den einzelnen Bodentypen gehen aus den Bezeichnungen Kubienas nicht klar hervor: Der Name gibt keine Auskunft, ob Fest- oder Lockergestein den Untergrund bildet, macht keine eindeutigen Angaben zum Humustyp (z.B. mullartige Rendzina, aber »Humusform« Moder) und zum Ausmaß einer Verlehmung im Mineralbodenprofil (mCn, Cv, Ai bzw. Ah-Horizont). Gerade für die Praxis (z.B. Waldbau) sind diese Angaben jedoch von großer Bedeutung.

4.2.5.2 Vergleich mit Mückenhausen (1977) unter Zurechtlegung der neuen DBG-Nomenklatur (Arbeitskreis für Bodensystematik 1982)

Wie bereits erwähnt, wurde die Einteilung der Böden auf carbonatreichen Substraten nach Kubiena (1953) ohne wesentliche Änderungen von Mückenhausen (1977) übernommen. Damit wären alle in Tab. 11 aufgeführten Böden als Subtypen der Rendzina anzusprechen, mit den gerade beschriebenen Nachteilen.

Legt man zusätzlich jedoch die Horizontdefinitionen des Arbeitskreises für Bodensystematik (1982) zugrunde, so lassen sich viele der untersuchten Böden in die Systematik nicht mehr sinnvoll einreihen, weil sie über 30 % organische Substanz im Grenzbereich zwischen Humus- und Mineralbodenprofil aufweisen, Übergangshorizonte aber nicht eindeutig definiert werden. Eine Neufassung der betreffenden Abschnitte der Systematik scheint empfehlenswert.

4.2.5.3 Vergleich mit Duchaufour (1976) und Bottner (1971)

Beide Autoren haben sich intensiv mit Gebirgsböden befaßt (z.B. Duchaufour (et al.) 1966, Bottner 1971). Das französische Klassifikationssystem läßt eine enge Parallelisierung mit der hier vorgeschlagenen Neuordnung zu (Tab. 11).

Insbesondere geht der »Humustyp« in den Namen des Bodentyps mit ein, aus der Benennung ist der Grad der Verlehmung zwischen O- und C-Lage ersichtlich, sowie - allerdings nur bei O-C-Horizontfolge - ob Locker- oder Festgestein im Untergrund ansteht.

Es ergeben sich wie im unterbreiteten Vorschlag zwar relativ lange Bezeichnungen, die aber eine gute Vorstellung vom tatsächlichen Zustand der Pedosphäre ermöglichen. Tangelsole werden jedoch nicht gesondert ausgeschrieben.

4.2.5.4 Vergleich mit den Kartiereinheiten der Weltbodenkarte (FAO-Unesco 1974)

Eine Einordnung der untersuchten Gebirgsböden in das FAO-System ist nur teilweise möglich (Tab. 11). Zwischen O-C- und O-Ai-C-Böden wird nicht unterschieden; Tangelsole sind nicht bestimmbar, denn diese weisen keinen »histic H horizon«, sondern, weil sie keine anhaltende Vernässung zeigen, einen »histic (besser tangel) O horizon« auf; letzteren sieht das System jedoch nicht als diagnostic horizon vor. Der Bestimmungsschlüssel (FAO-Unesco 1974) führt deshalb in jedem Fall zu Regosolen, was keinesfalls befriedigt. Eine Ergänzung des FAO-Systems scheint somit ebenfalls sinnvoll.

4.2.5.5 Vergleich mit der Soil Taxonomy (1975)

Zwar sind alle untersuchten Böden klassifizierbar, die aus dem Bestimmungsschlüssel abzuleitenden Bezeichnungen auf dem subgroup-Niveau lassen jedoch nicht immer eine eindeutige Vorstellung vom Aussehen der Pedosphäre zu. Ohne die vorgenommenen adjektivischen Ergänzungen (Tab.11, vgl. auch Ansprache der Beispielprofile in Abschn. 4.2.4) bleibt der Informationsgehalt der Bezeichnungen weit hinter dem meiner Vorschläge zurück. In keinem Fall ist der Aufbau des Humusprofils ersichtlich. Petrosole und Tangelpetrosole, Skelettosole und Tangelskelettosole werden nicht unterschieden (jeweils Lithic bzw. Typic Folists).

Während sich landwirtschaftlich genutzte Böden sinnvoll, d. h. gut interpretierbar, nach der Soil Taxonomy klassifizieren lassen, befriedigt die Einstufung der Bergwaldböden nicht, weil sie durch vergleichsweise mächtige L- und O-Lagen gekennzeichnet sind.

Vorgeschlagen wird, ein »tangel epipedon« (Definition analog Tangel, Abschn. 4.2.1) als diagnostic epipedon für Folists einzuführen und als zusätzliche Taxa innerhalb der Folists die subgroups Rendollic Folist, Inceptic Folists, Entic Folists usw., je nachdem ob und welche diagnostischen Bodenlagen im mineralischen Profilteil auszuscheiden sind.

Daß gemäß der Philosophie der Soil Taxonomy nur wenig veränderliche Bodeneigenschaften als von klassifikatorischem Wert erachtet werden und deshalb der Aufbau des Humusprofils unberücksichtigt bleiben muß, halte ich für einen grundsätzlichen Nachteil.

4.3 Genese und Ökologie ausgewählter Bodenformen

4.3.1 Bodenbildung auf Kalk- und Gneisbergsturzböcken unter subalpinem Fichtenwald

Ich beginne mit der Beschreibung zweier Bodengesellschaften auf Bergsturzböcken der subalpinen Stufe. Vom Muttergestein abgesehen stimmen beide Standorte in den bodenbildenden Faktoren überein; die Vergleichbarkeit ist somit gewährleistet. Das organische Ausgangssubstrat liefert jeweils ein zwergstrauchreicher Nadelmischwald. Die Bodengesellschaft unter der Farrenleitenwand/Berchtesgadener Alpen (Profile 1-5) hat sich auf anstehendem Dachsteinkalk sehr hoher Reinheit (> 99 % CaCO₃) entwickelt, während quarzreicher Orthogneis, zur Zentralgneisserie des Tauernfensters gehörig, das anorganische Ausgangssubstrat der zentralalpiner Bodengesellschaft (Hohe Tauern, Felbertauerntal, Profile 6-8) darstellt. Der unverwitterte Gneisfels enthält 7,3% Al_t, 4,1% K_t, 1,1% Fe_t, 0,7% Ca_t, 0,3% Mg_t, 330 µg/g Mn_t.

Auf Kalk- wie Gneisböden findet man ein Mosaik verschieden mächtiger O-C-Böden, die in die Klassen Petrosole bzw. Tangelpetrosole einzureihen sind. Der Waldbestand ist auf beiden Standorten inhomogen, bedingt durch die klimatischen Verhältnisse und durch das Fehlen eines mineralischen Oberbodens als Wurzelhorizont. Sturmwind zusammen mit Eis- und Schneebruch öffnen immer wieder Lücken; beim Umstürzen der Bäume reißen die Wurzelteller z.T. die gesamten organischen Lagen weg, der blanke Fels erscheint. Deshalb müssen Vegetationssukzession wie Bodenbildung ständig neu ansetzen.

Entsprechend der Solummächtigkeit, die in grober Annäherung als Schätzmaß für die Zeitdauer der Bodenbildung dienen kann, werden nun charakteristische Bodentypen vorgestellt.

Für flachgründige Profile unter 5 cm Mächtigkeit war nur auf Dachsteinkalk ein Beispiel zu finden. Standortbeschreibung mit analytischen Kennwerten und Horizontfolge ist Anhang II (Profil 1) zu entnehmen; Abb. 17 zeigt Tiefenfunktionen wichtiger Parameter. Das Profil wird durchschnittlich 2,5 cm mächtig und speichert 0,9 kg C/m² im Solum. Auf dem Standort stocken etwa 0,5 m hohe Jungfichten, deren Alter nach Jahresringzählungen 30 Jahre beträgt. Ihre Streu bildet zusammen mit eingewehten Fichten- und Lärchennadeln des benachbarten Hochwaldes sowie Moosresten das organische Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Der Bodentyp ist

Mullmoder-Renpetrosol; wichtige morphologische und chemische Eigenschaften werden vergleichend mit dem folgenden Profil (2) diskutiert.

Petrosole mit 5-10 cm mächtigen organischen Lagen findet man in beiden Bergsturzgebieten häufiger. Die hier stockenden Bäume können bereits eine Höhe von 3-5 m erreichen, ihr Alter läßt sich demnach auf 50-100 Jahre schätzen. Bei einer Mächtigkeit von 7,5 cm speichert Profil 2 auf Dachsteinkalk $3,0 \text{ kg C/m}^2$ im Solum, Profil 6 auf Gneis mit 6 cm $1,8 \text{ kg}$. Die Humusform ist in beiden Fällen Moder unter subalpinem Fichtenwald. Gegenüber dem Mullmoder (Profil 1) sind charakteristische Unterschiede festzustellen: Zwischen Of (Durchwurzelungsbeginn) und der Kontaktlage zum Fels treten Ohf- und Ofh-Horizonte auf; in diesen sinkt das pH, zugleich verringern sich deutlich die Mn_E -Gehalte (Abb. 18 u. 22).

Den Moder-Renpetrosol kennzeichnet als Kontakthorizont zum anstehenden Kalkfels eine Oh,Ca-Lage; an gleicher Stelle findet man im Moder-Ranpetrosol einen Oh(AlFe)-Horizont. Folgende genetische Vorstellungen liegen dieser unterschiedlichen Ansprache zugrunde:

In L- und O-Lagen bilden sich lösliche organische Säuren, die mit dem Sickerwasser verlagert werden. Bei Kontakt mit Kalk setzen sie Ca-Ionen frei, was mit ihrer Ausfällung einhergeht. Darauf verweisen jedenfalls die C_o -Maxima und die hohen Gehalte an organisch gebundenem Ca ($2,7 \text{ Gew.-%}$) im Oh,Ca (Abb. 18). Diese Prozesse sind zumindest teilweise reversibel: extrahiert man die Probe mit einer Lösung, die einen Komplexor enthält (Oxalat, EDTA, Pyrophosphat), lassen sich die gefällten Substanzen wieder lösen.

Im Gegensatz zu hochreinem Dachsteinkalk ist quarzreicher Gneis carbonatfrei; so können in der Zeiteinheit weniger mehrwertige Ionen durch Säureangriff freigesetzt und damit weniger mobile organische Substanzen ausgeflockt werden. Zudem spielt Ca nur eine untergeordnete Rolle, Fe und Al treten an seine Stelle (Gestein: $\text{Fe}_t = 1,1 \%$, $\text{Al}_t = 7,3 \%$, $\text{Ca}_t = 0,7 \%$). Da das Moderprofil auf Gneis nur 6 cm mächtig wird, ist die Dauer der Bodenbildung noch zu kurz, um das Entstehen einer ausgeprägten Oh,AlFe-Lage zu ermöglichen. Im Kontaktbereich zum Fels steigen die C_o -Gehalte auch nur gering. Werden die Profile jedoch mächtiger, so findet sich auch auf sauren Gesteinen ein ähnlich ausgeprägtes C_o -Maximum in der O-C-Kontaktzone wie auf Kalk. Im Kontakthorizont des Gneisstandortes, der Oh(AlFe)-Lage, kommt im Gegensatz zum Oh,Ca-Horizont auf Kalk kein Ion zur absoluten Dominanz. Organisch gebundenes Fe ($1,4 \text{ mg/g}$) und Al ($1,0 \text{ mg/g}$) übertreffen zusammen das Ca ($2,1 \text{ mg/g}$), weshalb ich von Oh (AlFe) spreche (vgl. Abb. 22).

Der entscheidende Unterschied zwischen beiden Bodentypen tritt also erst im O-C-Kontaktbereich in Form einer Oh,Ca bzw. einer Oh(AlFe)-Lage auf und ist damit lithogener Natur.

Ca. 20 cm mächtige Profile findet man in beiden Bergsturzgebieten häufig; die entsprechenden Waldbestände erreichen ein Alter von 150-200 Jahren. Profil 3 auf Dachsteinkalk weist im Solum einen C-Vorrat von $9,6 \text{ kg/m}^2$ auf, das Gneisprofil (7) $11,4 \text{ kg/m}^2$. In beiden Fällen liegt Mör unter subalpinem Fichtenwald vor. Denn -

abgesehen von der Mächtigkeit - ergeben sich charakteristische Unterschiede gegenüber den Moderprofilen (Abb. 18 u. 22):

Man erkennt zwischen dem ersten O-Subhorizont (Of) und der Kontaktzone zu anstehendem Fels Lagen (Abb. 19, 23), die Merkmale einer Dichtlagerung zeigen, deren pH-Werte deutlich unter 4 sinken und deren Mn_E -Gehalte keinesfalls $50 \mu\text{g/g}$ überschreiten (Odhf, Odff, Odh). Der Mör-Renpetrosol weist wieder eine Oh,Ca-Lage ($3,5 \text{ Gew.-% Ca}_E$) auf; den Mör-Ranpetrosol hingegen kennzeichnet eine Odh(AlFe)-Lage ($\text{Ca}_E: 1,4 \text{ mg/g}$; $\text{Fe}_E: 0,9 \text{ mg/g}$; $\text{Al}_E: 0,8 \text{ mg/g}$).

Auch Profile mit Solummächtigkeiten zwischen 20 und 50 cm lassen sich in beiden Bergsturzgebieten unschwer ausscheiden. Die Zeitdauer der Bodenbildung erstreckt sich sicher über mehr als eine Baumgeneration. Die hier vorgestellten Böden (Profile 4 und 8, Abb. 20, 24) sind ca. 35 cm mächtig; auf Dachsteinkalk lagern $25,7 \text{ kg C/m}^2$ im Solum, auf Gneis $18,8 \text{ kg}$.

Gegenüber den besprochenen Mörformen treten keine Unterschiede in der Horizontfolge auf. Allerdings wächst die dicht-aggregierte Oh-Lage. Aufgrund morphologischer Merkmale, insbesondere dem Gehalt an lebenden und toten Wurzeln lassen sich mehrere Odh-Subhorizonte unterscheiden. Die Böden werden als Tangelmör-Renpetrosole (Kalk) bzw. Tangelmör-Ranpetrosole (Gneis) bezeichnet.

Vergleicht man den Tangelmör-Ranpetrosol mit obigen Profilen geringerer Mächtigkeit (Profile 6 und 7, Abb. 22, 23), so fällt folgender Unterschied auf: Im Kontaktbereich zu anstehendem Fels findet sich eine typische Odh,AlFe-Lage mit ausgeprägtem C_o -Maximum (Abb. 24). Offenbar stand nun genügend Zeit zur Freisetzung mehrwertiger Kationen ($\text{Fe}_E: 1,6 \text{ mg/g}$; $\text{Al}_E: 2,8 \text{ mg/g}$; Ca_E : nur $0,2 \text{ mg/g}$) aus dem quarzreichen Orthogneis zur Verfügung, um hohe Mengen mobiler organischer Substanzen reversibel zu fällen. Dieses Profil stellt sicher keinen Einzelfall dar; auch weitere untersuchte O-C-Böden auf saurem Festgestein kennzeichnet eine Odh,AlFe-Lage, sofern L- und O-Lagen mindestens ca. 30 cm mächtig werden.

Tangelpetrosole mit über 50 cm Mächtigkeit rein organischer Lagen trifft man selten an. Die Bodenform sehr mächtiger Tangelmör-Renpetrosol auf Dachsteinkalk unter subalpinem Fichtenwald stellt ein Beispiel dar (Profil 5). Sie gehört zur Bodengesellschaft auf Dachsteinkalkbergsturzböden und speichert $56,2 \text{ kg C/m}^2$ im Solum. Erwähnt sei lediglich, daß das 60 cm mächtige Profil im O-C-Kontaktbereich eine Odh,Ca-Lage aufweist: Trotz hoher Ca-Belegung ($\text{Ca}_E: 2,6 \text{ Gew.-%}$) beträgt der pH-Wert nur 3,7; Mn_E läßt sich nicht nachweisen (Abb. 21).

In Tab. 12 ist die Bodenentwicklung auf beiden Gesteinen zusammenfassend dargestellt.

4.3.2 Zur Verlagerung saurer Humussole in Tangelhumus über carbonatreichem Substrat

Kubiens (1953) stellt als einen wesentlichen Unterschied zwischen Rohhumus und Tangelhumus heraus,

daß im Tangelhumus (i.S. Kubienas) keine Verlagerung saurer Humussole erfolge; Tangelhumus wirke außerdem nicht bleichend auf den mineralischen Untergrund und die »Mullschicht« (= Oh,Ca-Horizont) sei stets vorgebildet.

Diese Ansichten sind nicht durch analytische Ergebnisse belegt. Bereits Geländeerfahrungen sprechen gegen sie: So zeigt die Untersuchung der Bodengesellschaft auf Dachsteinkalkbergsturzböcken (Abschn. 4.3.1), daß zwar auch bei geringmächtigen Profilen bereits eine Oh,Ca-Lage entwickelt ist, ihre Mächtigkeit sich mit zunehmender Dauer der Bodenbildung jedoch vergrößert und nicht, wie für eine vorgebildete »Mullschicht« zu for-

dem, gleichbleibt. In Tab. 13 (Anhang I) sind die Werte zusammengefaßt.

Überzeugende Argumente, die für eine Verlagerung saurer Humussole und zumindest eine Weiterentwicklung der Oh,Ca-Lage im Zuge der Pedogenese sprechen, erhält man bei einem Vergleich mehrerer Bodenformen, die mächtige organische Lagen als gemeinsames Merkmal kennzeichnen (gleicher Humustyp, aber verschiedene Mineralbodentypen). Die hierzu ausgewählten Böden weisen ähnliche bodenbildende Faktoren auf: sie liegen in der subalpinen Stufe (1400-1600 m über NN); unter zwergstrauchreichem Nadelmischwald bildete sich eine Mör- bis Tangelmördecke. Unterschiede gibt es lediglich im anorganischen Ausgangssubstrat.

Im einzelnen handelt es sich um:

Bodentyp		Geologie	Profil-Nr.
Neuer Vorschlag:	Kubiena (1953)		
Tangelmör-Renpetrosol	dystrophe Tangelrendzina	anstehender Dachsteinkalk	9
Tangelmör-Rendzina	dystrophe Tangelrendzina	silikatische Deckschicht über anstehendem Dachsteinkalk	10
Tangelmör-Renpetrosolpseudogley	?	silikatische Deckschicht über anstehendem Dachsteinkalk	11
Tangelmör-Ranpetrosol	dystropher Ranker	Zentralgneis	8
Mör-Eisenhumus-podsol	Eisenhumus-podsol	Kieselschiefer	12

Die Mördecken aller 5 Profile zeichnen sich durch gleiche morphologische wie chemische Eigenschaften aus (Abschn. 4.3.3).

Die Profile 9, 10 und 11 liegen räumlich eng benachbart (vgl. Skizze Abb. 14): Eine ca. 40 cm mächtige Tangelmördecke erstreckt sich über massivem Kalkfels, den z.T. karrenähnliche Hohlformen durchziehen; in diesen lagerte sich silikatisches Material vermutlich äolischen Ursprungs ab. An der Bodenoberfläche ist der Wechsel im mineralischen Untergrund nicht zu erkennen (durchgehende Tangelmördecke). Das silikatische Material bildet im einen Fall einen Ah,Ca-Horizont (Tangelmör-Rendzina, Profil 10), im anderen liegt eine Ah_{eg} - B_{gh},Ca - B_h,Ca-Gliederung vor (Tangelmör-Renpetrosolpseudogley (Arbeitsbezeichnung!), Profil 11; ein Deutungsversuch der Genese ist Anhang II zu entnehmen). Auf massivem Kalk schließlich findet sich unmittelbar daneben ein Oh,Ca-Horizont (Tangelmör-Renpetrosol, Profil 9).

Vergleicht man die Tiefenfunktionen der mobilen organischen Substanz aller fünf Profile, so zeigen sich in Tangelpetrosolen C₀-Maxima im O-C-Kontaktbereich (Oh,Ca bzw. Oh,AlFe; Abb. 24, 25). Der Tangelrendzina (Abb. 26) fehlt eine Oh,Ca-Lage, das entsprechende Maximum liegt im Ah,Ca. Bilden sich im mineralischen Oberboden infolge Podsolierung und/oder Pseudovergleyung Bleichhorizonte, so stehen erst im Unterboden (B_h,Ca bzw. B_h,AlFe Abb. 27, 28) zur Fällung mobiler organischer Substanzen wieder genügend Kationen zur Verfügung - oder zumindest freie Valenzen an gelartigen Oxiden bzw. Hydroxiden oder Fe-Al-Silikatkomplexen (Farmer et al. 1980).

Zu S. 33:

Mör-Renpetrosol auf Dachsteinkalk unter subalpinem Latschenbusch (Maßstab: 0,3 m); 1650 m NN, S-Exposition. Ca. 4 cm mächtige tiefschwarze Oh,Ca-Lage im Kontaktbereich zum anstehenden Fels.



Betrachtet man Tangelpetrosole allein, so ließe sich die Bildung von Oh,Ca- bzw. Oh,AlFe-Lagen auch dadurch erklären, daß die mobilen Substanzen in diesem Horizont selbst entstehen und sofort infolge hoher Ca- bzw. Al- und Fe-Aktivität gefällt werden. Fraktionen mit gleichen Eigenschaften¹⁾ lassen sich jedoch auch aus mineralischen Lagen isolieren, wo eine in-situ-Bildung und -Fällung ausgeschlossen ist. Saure Humussole werden daher in allen besprochenen Böden verlagert und besonders auch in Tangelrendzinen i.S. Kubienas (1953).

Eine Modellvorstellung Pallmanns (1948) fügt sich hier gut ein: Danach kann man Böden als Filtergerüste betrachten, durch die Wasser zusammen mit gelösten Stoffen perkoliert. Unabhängig davon, ob das Filtergerüst organischer oder anorganischer Natur ist, wandern die mobilen Substanzen, bis sie in ein Milieu gelangen, das ihre vollständige oder teilweise Ausflockung veranlaßt. Das kann auch erst außerhalb der Pedosphäre oder des untersuchten Pedons erfolgen. Oh,Ca-, Oh,AlFe-, Ah,Ca-, Bh,Ca- und Bh,AlFe-Horizonte verdanken ihre Entstehung also grundsätzlich gleichen Prozessen.

Daher scheint es nicht sinnvoll, die Definition des Begriffs Tangel an das Auftreten »organischer Fällungslagen« (Oh,Ca bzw. Oh,AlFe) zu binden. Denn alle derartigen Fällungslagen - gleich ob A-, B- oder O-Horizonte - stellen kein Charakteristikum eines Humustyps dar. Ihr Auftreten und ihre Lage im Profil ist vielmehr in erster Linie davon abhängig, welcher Mineralbodentyp vorliegt: Läßt das anorganische Substrat die Bildung eines mineralischen Oberbodens zu, erfolgt die Fällung dort (Ah,Ca bzw. Ah,AlFe in Rankern, letztere wurden jedoch nicht untersucht); liegen im Oberboden keine günstigen Bedingungen hierfür vor (z.B. Bleichhorizonte), kommt es u.U. im Unterboden zur Ausflockung (Bh,Ca oder Bh,AlFe) oder erst außerhalb des Pedons. Ist aufgrund der geologischen Verhältnisse das Entstehen mineralischer A- und B-Horizonte nicht möglich, kann die Fällung im O-C-Kontaktbereich erfolgen, vorausgesetzt, die chemische Verwitterung stellt ausreichend Valenzen zur Verfügung. Aufgrund dieser Ergebnisse scheint es nicht mehr angebracht, i.S. Kubienas (1953) zwischen Rohhumus und Tangelhumus zu unterscheiden.

Die Gehalte an Ca_{Ba} , Al_{Ba} , Al_E , Al_O und Fe_{Ba} , Fe_E , Fe_O (Profile 4, 8, 10, 11, 12) geben zusätzlichen Aufschluß, weshalb gerade auf carbonatreichen Substraten Fällungslagen im O-C-Kontaktbereich besonders hervortreten. Aufgrund meiner Analysen können in den vorgestellten Profilen nur Fe, Al und Ca an den Fällungsprozessen beteiligt sein - auf Dolomiten spielt Mg noch eine gewisse Rolle, es verhält sich ähnlich wie Ca. Durch unterschiedliche Extraktionsverfahren lassen sich mehrere Fraktionen dieser Kationen gewinnen. Angenähert gilt: Eine $BaCl_2$ -Lösung extrahiert die austauschbare Fraktion, eine EDTA-Lösung zusätzlich den in organischen Komplexen gebundenen Anteil, während die Oxalatmethode auch die reaktionsfähigen Oxide und Hydroxide noch miterfaßt.

In der Kontaktzone des Renpetrosols (Profil 4, Kalk) ist kein austauschbares Fe oder Al nachzuweisen; hingegen kann man das gesamte Ca ($Ca_t = Ca_{Ba} = 2,9\%$) dieser Lage bereits mit einer $BaCl_2$ -Lösung extrahieren.

Das Komplexbildungsvermögen des Ca ist gering, es liegt überwiegend in ionischer Bindung vor und verdrängt Fe und Al von den Austauschplätzen. Aus Komplexbindungen dagegen sind mit EDTA erhebliche Mengen Fe ($Fe_E = 1200 \mu g/g$) und Al ($Al_E = 630 \mu g/g$) zu isolieren, weitere Anteile sind oxidisch oder hydroxidisch gebunden. ($Fe_O = 1300 \mu g/g$, $Al_O = 1500 \mu g/g$). Im Tangelmör-Ranpetrosol (Profil 8, Gneis) durchlaufen die Tiefenfunktionen aller Fe- und Al-Fraktionen im Oh,AlFe-Horizont ausgeprägte Maxima; wieder sind beträchtliche Fe- und Al-Mengen oxidisch/hydroxidisch gebunden ($Fe_O = 3300 \mu g/g$, $Al_O = 4700 \mu g/g$; $Fe_E = 1600 \mu g/g$, $Al_E = 2800 \mu g/g$). Ca hingegen spielt keine Rolle ($Ca_{Ba} = 200 \mu g/g$). Ähnliche Verhältnisse trifft man im Podsolprofil (12); allerdings liegen die entsprechenden Maxima im Bh,AlFe, die Fe_O - bzw. Al_O -Maxima sogar noch tiefer (Bhs bzw. Bhv). Entscheidend an der Fällung mobiler organischer Substanzen ist Ca jedoch wieder im Ah,Ca-Horizont der Tangelmör-Rendzina (Profil 10) und im Bh,Ca-Horizont des Tangelmör-Renpetrosolpseudogleys (Profil 11) beteiligt. In diesen Horizonten findet man die gleiche Verteilung wie im Oh,Ca des Tangelmör-Renpetrosols (Profil 4): Ca belegt fast die gesamten Austauschplätze, Fe und Al liegen nur komplexiert oder in Form von Oxiden oder Hydroxiden vor.

Steht daher ausreichend aktives Ca zur Verfügung, können im Zuge der Pedogenese vergleichsweise schnell hohe Mengen an sauren Humusolen ausflocken, und es bilden sich sofort Oh,Ca-Horizonte. Auf carbonatarmen bzw. -freien Substraten erfolgt die Freisetzung mehrwertiger Ionen von vornherein langsamer; Fe und Al unterliegen zudem einer Konkurrenzreaktion: Wie die Analysendaten (Profile 8, 10, 11, 12) zeigen, ist nur etwa die Hälfte des reaktionsfähigen = oxalatlöslichen Fe bzw. Al in den jeweiligen Fällungslagen EDTA-extrahierbar; der Rest setzt sich aufgrund der niedrigen Löslichkeitsprodukte zu Hydroxiden bzw. Oxiden um. Nicht nur die Bildung von Oh,AlFe-Horizonten verläuft im Vergleich zu Oh,Ca-Lagen stark verzögert, auch die Anreicherung organischer Substanz in Bh,AlFe-Horizonten ist vermutlich dadurch behindert; letzteres kann jedoch noch nicht genügend durch weitere Befunde belegt werden.

Die Rolle des Kalkes als Fällungssagenz für Huminstoffe wird bereits von Pallmann (Braun-Blanquet, Pallmann und Bach 1954) hervorgehoben. Auch Zöttl (1965b) erkennt eine Anreicherung Oxalat-extrahierbarer Substanzen (Fe_O , Huminstoffe) im Ah-Horizont (ca. 60 % org. Substanz daher jetzt Oh) von »Tangelrendzinen«; hingegen enthält die »reife Tangelrendzina« (ähnlich dem Ahe von Podsolen) bis in eine Tiefe von 8 dm kaum oxalatlösliche Humusstoffe.

4.3.3 Umsatz von Pflanzenresten in unterschiedlichen Böden der subalpinen Stufe

Die nach Abschn. 4.1 definierten Horizonte unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung. Aus der Tiefenfunktion von Streustoffen in detailliert gegliederten Bodenprofilen läßt sich auf Abbauresistenz der Verbindungen, auf Stoffdynamik sowie Bodengenese und Standortseigenschaften schließen.

Zu S. 35: Mullmoder-Renskelettosol aus Ramsaudolomit unter tief-subalpiner Latschenbusch (Maßstab: 0,5 m); 1190 m NN, O-Exposition.

¹⁾ Auch UV- und IR-spektroskopisch, wie erste Ergebnisse zeigen.



Ich diskutiere die Tiefenfunktionen folgender ausgewählter Zellwand- und Zellinhaltsstoffe:

- Cellulose,
- hydrolysierbare nichtcellulosische Glucose (Glu_{TFE}), stellvertretend für Trifluoressigsäure-hydrolysierbare Polysaccharide (z.B. Hemicellulose, Pektin); die Tiefenfunktionen der übrigen erfaßten Neutralzucker verlaufen prinzipiell wie die Glu_{TFE} -Kurve, ihre Werte sind den Datentabellen in Anhang II zu entnehmen;
- extrahierbares Lignin und C/N-Verhältnis;
- N_i ; die Kurve des hydrolysierbaren Alpha-Amino-N verläuft parallel dazu (Werte im Anhang);
- freier Alpha-Amino-N, als Beispiel für das Verhalten wasserlöslicher Substanzen,
- EDTA-extrahierbare Nährelemente.

Als Beispiel dient die in Abschn. 4.3.1 beschriebene Bodengesellschaft auf Dachsteinkalkbergsturzböcken (Mullmoder-Renpetrosol bis Tangelmör-Renpetrosol; Profile 1-5); zum Vergleich werden herangezogen: Tangelmör-Rendzina (Profil 10); Tangelmör-Renpetrosol-pseudogley (Profil 11); Tangelmör-Ranpetrosol (Profil 8); Mör-Eisenhumuspodsol (Profil 12). Das organische Ausgangssubstrat liefert in jedem Fall zwergstrauchreicher subalpiner Nadelmischwald. Die chemische Zusammensetzung der ersten L-Lage schwankt naturgemäß etwas in Abhängigkeit von Vegetationskleid und Bearbeitungsdatum.

4.3.3.1 Mullmoder-Renpetrosol

Abb. 17 (Profil 1) zeigt eine starke Abnahme der Cellulose von L (8,5 %) über Of (1,9 %) zu Ofh,Ca (0,5 %); die Glu_{TFE} -Werte dagegen bleiben in den beiden ersten Horizonten gleich (4,0 %) und sinken im Ofh,Ca auf 3,0 %. Offenbar wird Cellulose, als Hauptbestandteil der Sekundärwand an der Zelloberfläche gelegen, sehr rasch angegriffen, ein Teil vollkommen abgebaut, der andere in sog. Oxycellulose überführt, die durch einen einfachen Hydrolyseschritt aufzuschließen ist (vgl. Blume 1966) und als Glu_{TFE} miterfaßt wird. Der Abbau der Hemicellulosen verläuft im Vgl. zur Cellulose offensichtlich verzögert, weil diese Primärwandsubstanzen erst nach teilweisem Abbau der Sekundärwand zugänglich werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Babel (1972) mittels mikroskopischer Methoden.

Herpotrichia nigra verknüpft mit schwarzem Mycel weitmaschig die Nadelstreu des L-Horizontes. Nach Mirchink und Demkina (1977) besitzen derartige saprophytische Pilze Cellulasen; das starke Abnehmen der Cellulose von L zu Of ist damit erklärbar.

Extrahierbares Lignin zeigt wie das C/N-Verhältnis eine gleichmäßige Abnahme von Horizont zu Horizont (Abb. 17).

Höchste mikrobielle Aktivität herrscht vermutlich in der L-Lage: die morphologisch kaum veränderten Fichten- und Lärchennadeln weisen nämlich ein Maximum an freiem Alpha-Amino-N auf (375 $\mu\text{g/g}$, Abb. 17). Er stammt entweder von enzymatisch hydrolysiertem Nadelprotein oder direkt aus der mikrobiellen Biomasse,

die ja mitanalysiert wird. Über Of zu Ofh,Ca sinken die Werte auf 125 bzw. 50 $\mu\text{g/g}$ ab. Da freie Aminosäuren sehr leicht auswaschbar sind - was nur eine Aufnahme in lebende Organismen verhindert - stellen sie ein gutes und einfaches Maß für die mikrobielle Aktivität in einer Streulage dar (Ausnahme Ln, vgl. Abschn. 4.3.3.3).

N_i (Abb. 17) steigt hingegen von L (1,2 %) über Of (1,7 %) zu Ofh,Ca (2,4 %). Mögliche Gründe werden später diskutiert.

Als einwertiges, leicht auswaschbares Ion zeigt K höchste Gehalte in der L-Lage und sinkt dann deutlich. Mehrwertige Ionen werden offensichtlich fester gebunden; ihre Werte verändern sich entweder kaum (z.B. Mg) oder sie nehmen mit der Tiefe sogar zu, wenn die Ionen wie Mn, Fe, Al ein gutes Komplexbildungsvermögen aufweisen (Abb. 17).

4.3.3.2 Moder-Renpetrosol

Die Mittelstellung zwischen Mull und Mör zeigt sich in den chemischen Eigenschaften dieses Moderprofils (2) deutlich: Auffällig ist vor allem, daß der Ligninabbau (Abb. 18) zwischen Of und Ohf stagniert (vgl. ähnlichen Kurvenlauf des C/N-Verhältnisses). Während die Cellulose von Lv zu Ld (5,7 - 2,5 %) stark zurückgeht, verläuft die Abnahme über Of (2,3 %) zu Ohf (2,1 %) verzögert; im Kontakthorizont (Ofh,Ca) ist keine Cellulose mehr nachzuweisen. Die Tiefenfunktion der Glu_{TFE} zeigt dagegen im Ohf sogar ein sekundäres Maximum (5,2 %). Ausschlaggebend für den Verlauf der Tiefenfunktionen der Zellwandstoffe ist vermutlich die intensive Durchwurzelung der Ohf-Lage, die als Hauptwurzelhorizont des Profils anzusehen ist. Wurzelreste bedingen also die vergleichsweise hohen Cellulose-, Hemicellulose- und Ligningehalte. Im Falle von Mör findet man an entsprechender Stelle im Humusprofil (Od-Horizont!) z.T. ausgeprägte Maxima dieser Stoffe. In einem Moderprofil hingegen deuten sie sich nur an.

Höchste mikrobielle Aktivität trifft man in der Ld-Lage (250 $\mu\text{g/g}$ freier Alpha-Amino-N; Abb. 18); der Of-Horizont zeigt ebenfalls noch hohe Werte (225 $\mu\text{g/g}$; pH 6,0). Auch F. H. Meyer (1960) stellt bei Untersuchungen von Humusprofilen unter Fichte und Buche Keimzahlmaxima jeweils in der »oberen Vermoderungsschicht« fest; dann erfolgt ein Rückgang. Ähnlich sinken hier die Gehalte an freiem Alpha-Amino-N in den folgenden Horizonten (Ohf: 150 $\mu\text{g/g}$, pH 4,2; Ofh,Ca: 50 $\mu\text{g/g}$, pH 5,2). Die niedrigen Gehalte der O-C-Kontaktzone, in der das pH wieder steigt, scheinen zunächst ungewöhnlich. Tatsächlich sind jedoch in allen Oh,Ca-Lagen unabhängig vom pH (Streubreite 3,7 - ca. 7) nur sehr niedrige Gehalte an freiem Alpha-Amino-N und immer ein absolutes Minimum der Tiefenfunktion zu finden (vgl. Abb. 17-21, 32-34). Hält man sich die Prozesse vor Augen, die zur Bildung der O-C-Kontakthorizonte führen, so zeichnen sich folgende zwei Erklärungsmöglichkeiten ab:

(1) Mikroorganismen nutzen bevorzugt lösliche Verbindungen als Energiequelle. Die im Zuge der Streuzersetzung anfallenden löslichen Produkte sind aber teilweise schwer angreifbar (phenolische Polymerisationsprodukte); sie werden mit dem Sickerwasser verlagert und reichern sich in der Oh,Ca-Lage an. (2) Zur Abbauresistenz der Verbindungen kommt in den Kontakthorizonten auf

Kalk noch ein außergewöhnlich hoher Gehalt an austauschbarem Ca. Ca verbrückt nicht nur mehrere Moleküle und flockt sie dadurch aus, es besetzt auch die Schlüsselstellen, an denen ein mikrobieller Abbau ansetzen muß (Ottow, 1978); den meisten Mikroorganismen dürfte daher in Oh,Ca-Lagen die Nahrungsgrundlage entzogen sein. Grundsätzlich liegt in allen Fällungslagen (Oh,Ca, Oh,AlFe, Ah,Ca, Bh,Ca, Bh,AlFe) die gleiche abbauresistente organische Stoffgruppe vor. Das Ca-Ion spielt jedoch offensichtlich eine Schlüsselrolle: denn in Tangelmör-Ranpetrosolen (vgl. Profil 8, Abb. 24) steigt der Gehalt an freiem Alpha-Amino-N in der Kontaktzone wieder leicht.

Ergebnisse französischer Forscher (z.B. Duchaufour 1973, Chouliaras et al. 1975, Muller u. Vedy 1978) fügen sich gut ein: Danach akkumuliert sich in Rendzinen (Ah,Ca-Horizonte!) wenig transformierte organische Substanz (humine résiduelle), andererseits aber dominieren Fulvosäuren. Als Erklärung wird angeführt, daß polyphenolische Huminstoffvorläufer und Fulvosäuren durch Ca geflockt und so die Biodegradation wie das Fortschreiten der Humifizierung blockiert werden. Dies steht in vollem Einklang mit meinen Vorstellungen; zweifellos laufen die gleichen Prozesse in der organischen Fällungslage von O-C-Böden ab.

Auch im Moder-Kalkpetrosol nimmt N_i mit der Tiefe zu und erreicht in der Oh,Ca-Lage (2,5 %) ein Maximum (Abb. 18, Erklärungsversuch Abschn. 4.3.3.3). Während sich die K-Gehalte (Abb. 18) von Horizont zu Horizont gleichmäßig verringern, verzögert sich die Mg-Abnahme in Of- und Ohf-Lage (Abb. 18); Mn_E durchläuft im Ohf bereits ein deutliches Minimum (Abb. 18). Fe und Al hingegen steigen mit der Tiefe (Abb. 18).

4.3.3.3 Mör- und Tangelmör-Ranpetrosole

Grundsätzlich gilt, daß sich in Mörprofilen (3, 4, 5) alle zwischen Mull und Moder bereits erkennbaren Unterschiede verstärken; wo sich im Falle von Moder Maxima bzw. Minima in den Tiefenfunktionen nur andeuten, treten sie im Falle von Mör klar hervor. Verwiesen sei zunächst auf den »S«-förmigen Verlauf der Tiefenfunktionen von extrahierbarem Lignin und C/N-Verhältnis (Abb. 19, 20, 21). Offensichtlich wird wie in Mull und Moder das Blatt- und Nadellignin vergleichsweise rasch umgesetzt (s.a. Babel 1972), zumindest verliert es einige seiner charakteristischen Eigenschaften (Extrahierbarkeit, Farbreaktionen). In den dicht aggregierten O-Lagen reichert sich jedoch Wurzellignin an, was zu einem ausgeprägten Sekundärmaximum führt. Auch die Cellulose der Sproßreste wird wie in Mull und Moder rasch angegriffen (Abb. 19, 20, 21). Wie aus den Tiefenfunktionen ersichtlich (Cellulose-Minimum und Gl_{TFE} -Maximum im gleichen Horizont), liegt jedoch kein vollständiger Abbau vor; die entstandene Oxycellulose wird in der Hemicellulosefraktion miteingefasst. In mächtigen Tangelmörprofilen (Profil 5, Abb. 21) treten in den obersten Abschnitten der Odh-Lage sekundäre Cellulosemaxima auf. Da diese Horizonte i.d.R. sehr intensiv durchwurzelt sind, fällt dort vermutlich eine Menge frischer Wurzelstreu an. Auch hiervon wird die Cellulose wieder relativ schnell ab- bzw. zugunsten der Hemicellulosefraktion umgebaut (Abb. 21); der Umsatz des Wurzellignins jedoch stagniert: Unter dem Horizont, der das

Cellulose-Sekundärmaximum zeigt, treten die oben bereits erwähnten sekundären Lignin-Maxima auf.

Wieder finden sich hohe Gehalte an freiem Alpha-Amino-N in Ld- und Of-Lage (Abb. 19, 20, 21); in diesen benachbarten Horizonten dürften daher Mikroorganismen die höchste Aktivität entfalten. Profil 5 (Abb. 21) weist eine Ln-Lage auf; sie besteht fast ausschließlich aus frisch gefallenen Heidelbeerblättern. Blatteigene Proteasen hydrolysieren vermutlich nach dem Zelltod Protein; deshalb sind aus Ln-Material Höchstmengen an freiem Alpha-Amino-N zu extrahieren. Charakteristisch ist das Minimum in der Lv-Lage (Abb. 21), die abgesehen von etwas höherem Nadelanteil überwiegend aus der gleichen Streuart besteht. Die wasserlöslichen Stoffe sind z.T. bereits ausgewaschen; eine Anreicherung ergibt sich erst wieder infolge mikrobieller Aktivität in Ld und Of (Abb. 21). Auch K und Mg zeigen im Ln Höchstgehalte (Abb. 21).

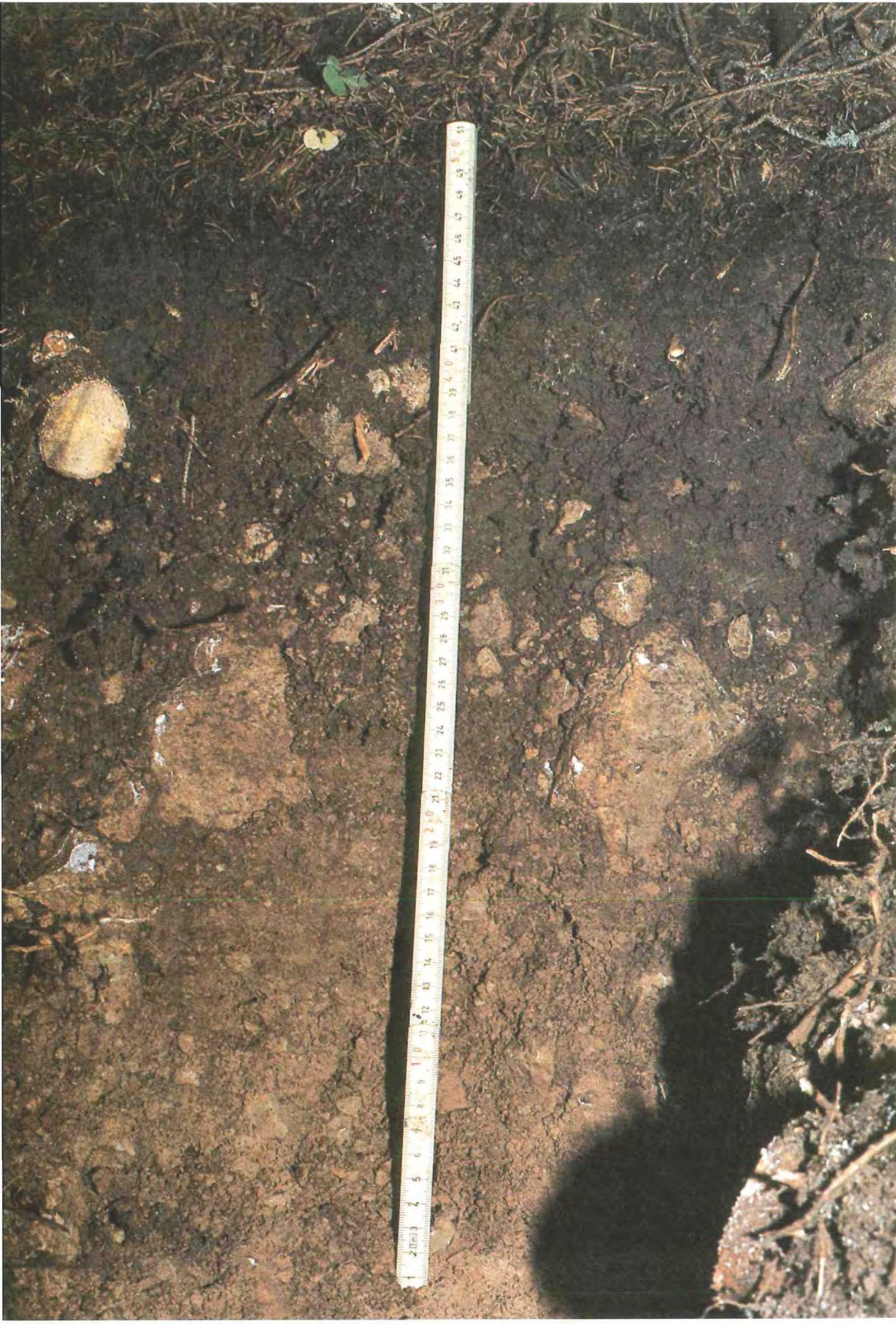
N_i (Abb. 19, 20, 21) und Protein-N (hydrolysierbarer Alpha-Amino-N, Werte s. Anhang II) nehmen wie in Mull- und Moderprofilen auch im Mör zunächst von Horizont zu Horizont zu. In den obersten Subhorizonten der Od-Lage (Odfh, Abb. 19 und 20 bzw. Odh1 Abb. 21) durchlaufen sie jedoch ein Maximum und gehen dann zurück; erst im Kontakthorizont erfolgt ein erneuter Anstieg. Vergleicht man die Tiefenfunktionen von Fe und Al, so bieten diese ein ähnliches Bild (Abb. 19, 20, 21; i.d.R. ebenfalls Maxima im Odfh bzw. Odh1).

Für eine Gesamtinterpretation läßt sich ein Tangelmör-Ranpetrosol-Profil in drei Abschnitte gliedern:

- (1) L bis Odfh (u.U. Odh1): Wie in Mullmoder und Moder wird in diesem Profiteil, in dem überwiegend Blätter und Nadeln das organische Ausgangssubstrat darstellen, die oberirdische (!) Streu fast vollständig ab- oder umgebaut: entweder mineralisiert oder in den Bau- und Betriebsstoffwechsel der Mikroorganismen einbezogen oder - unter mikrobieller Mitwirkung in Huminstoffe bzw. deren Vorläufer überführt. Die zunehmende Umwandlung zu Huminstoffen läßt sich an der von Horizont zu Horizont steigenden KAK erkennen (vgl. Anhang II). Die Humifizierungsprodukte binden steigende Mengen an mehrwertigen Kationen austauschbar bzw. in Komplexen. Außerdem reichert sich N von Horizont zu Horizont an; er entstammt der Blatt- bzw. Nadelstreu, die im Vergleich zu Wurzelresten wesentlich höhere N-Gehalte aufweist. Der Stickstoff liegt überwiegend in Form von hydrolysierbarem Alpha-Amino-N (Protein-N) vor; der Anteil der nichthydrolysierbaren Fraktion an N_i bleibt in allen Horizonten der untersuchten Profile in etwa konstant. Als Grund für die N-Anreicherungen nennt Ottow (1978) die infolge Mangel an leicht mineralisierbarem Kohlenstoff abnehmende Aktivität der Mikroorganismen. Freiwerdende N-Verbindungen werden daher nicht mehr von lebenden Organismen aufgenommen, sondern in Huminsäuren eingebaut.

Zu S. 38:

Mullmoder-Lockerrendzina aus Lokalmoräne und Dachsteinkalkhangschutt unter subalpinem Fichtenwald (Maßstab: 0,5 m); 1460 m NN, NW-Exposition.



(2) Odh-Lagen: Vor allem in tiefer-gelegenen Od-Subhorizonten dominiert ein anderes organisches Ausgangsmaterial: an die Stelle von Sproßresten treten Wurzelreste. Während die Wurzelcellulose vergleichsweise schnell ab- bzw. zu Oxycellulose umgebaut wird, bleibt das Lignin übrig - der rotbraune Farbton der dicht aggregierten Lagen zeigt dies schon im Gelände. In besonders mächtigen Tangelmörprofilen folgen unter dem Horizont, der das Ligninmaximum aufweist, weitere Lagen, in denen die KAK Maximalwerte erreicht (vgl. Profil 5, Anhang II), was auf zunehmende Oxidation der Wurzelreste hindeutet. Vermutlich findet hier ein allmählicher Übergang von Lignin zu Huminstoffen statt. Mikroorganismen dürften diesen Humifizierungsvorgang im Vgl. zu Profilabschnitt (1) kaum beeinflussen. Neben ungünstigen pH-Verhältnissen stellt vermutlich Stickstoff jetzt einen Mangelfaktor dar: Aufgrund der Stickstoffarmut der Wurzelreste weitet sich das C/N-Verhältnis u.U. bis auf 55 (Abb. 21); zugleich durchläuft die N-Kurve ein ausgeprägtes Minimum.

(3) Oh,Ca-Lagen: Die O-C-Kontakthorizonte kennzeichnet eine deutlich andere chemische Zusammensetzung: Auf die hohen Anteile mobiler organischer Substanzen, deren Austauschplätze auf Kalk weitgehend mit Ca belegt sind, wurde bereits mehrfach verwiesen. Es lassen sich nur mehr geringe Mengen Lignin, Cellulose und anderer Polysaccharide nachweisen. Im O-C-Kontaktbereich tritt häufig ein zweites Maximum rezenter Durchwurzelung auf, so fällt »frische Wurzelstreu« an; in manchen Fällen (z.B. Profil 4, Abb. 20) nimmt in der Kontaktzone der Cellulosegehalt daher geringfügig zu. Auffällig ist außerdem, daß die N-Kurve hier zumindest ein sekundäres Maximum durchläuft und sich das C/N-Verhältnis verengt. Vorerst zeichnet sich nur eine Erklärungsmöglichkeit ab: Der Stickstoff, der wieder überwiegend als Alpha-Amino-N vorliegt, ist Bestandteil der mobilen organischen Substanzen, wird mit ihnen im Profil verlagert und in der Kontaktzone angereichert.

4.3.3.4 Tangelmör-Ranpetrosol

Die im letzten Abschnitt geschilderte Dreigliederung zeigt auch dieser Tangelmörpetrosol (Profil 8; Gneis). Nach Abb. 21 und 24 stimmt der Verlauf der Tiefenfunktionen mit Profil 5 (Tangelmör-Renpetrosol, Kalk) fast völlig überein. So treten im Odh1 N-, Mg-, Fe-, Al-Maxima auf; in die nachfolgenden Odh-Subhorizonte (bei Profil 8 nur eine Odh2-Lage) fallen Lignin- und C/N-Maxima. Die Tiefenfunktionen werden wie oben interpretiert. Ein wichtiger Unterschied zeichnet sich in der O-C-Kontaktlage ab: Statt Ca dominieren Fe und Al in organischer Bindung. N_t zeigt jedoch in Odh,AlFe- wie in Oh,Ca-Lagen ein Maximum. Tangelmör-Renpetrosole und Tangelmör-Ranpetrosole gleichen sich demnach in der Dynamik des Streustoffumsatzes.

4.3.3.5 Mör-Eisenhumuspodsol

Das Humusprofil läßt sich noch nicht als Tangelmör ansprechen, da es nur ca. 15 cm mächtig wird. Die Tiefenfunktionen (Abb. 28; Profil 12) nehmen jedoch einen für Mör und Tangelmör charakteristischen Verlauf. Bis zum Odh-Horizont ist die Cellulose vollständig ab- bzw. um-

gebaut; in diesem Horizont treten Glu_{TFF}-Maximum sowie sekundäre Lignin- und C/N-Maxima auf, die w.o. auf gehemmten Wurzelholzumatz zurückgeführt werden. Im Kontaktbereich zum Mineralboden (AeOdh) findet man infolge intensiver rezenter Durchwurzelung ein Cellulose-Maximum (Abb. 28). In den darunter folgenden mineralischen Horizonten des Podsol-Profiles (Ahe bis Bv) läßt sich keine Cellulose mehr nachweisen, ebenso nur mehr geringe Anteile der übrigen Polysaccharide und des Lignins. Die C_o-Gehalte steigen bereits deutlich im AeOdh (Abb. 28), der Maximalwert wird im Bh,AlFe erreicht. Bezogen auf organische Substanz liegen in Ahe (3,5 %) und Bh,AlFe (2,8 %) die höchsten N_t-Gehalte vor (auch Maxima in hydrolysierbarem Alpha-Amino-N: 2,3 bzw. 1,9 %). Bereits im AeOdh erfolgt jedoch ein sprunghafter Anstieg: Odh: 1,5 % N_t; AeOdh: 2,1 % N_t (bzw. 0,8 % und 1,6 % hydrolysierbarer Alpha-Amino-N). Wie in den Tangelmörpetrosolen werden also vermutlich N-reiche organische Substanzen verlagert.

Im standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses läßt sich gegenüber den vorher beschriebenen Tangelmörprofilen kein Unterschied erkennen.

4.3.3.6 Tangelmör-Rendzina und Tangelmör-Renpetrosolpseudogley

Die Tiefenfunktionen (Abb. 26, 27, Profile 10, 11) nehmen in beiden Fällen den für (Tangel-)Mör charakteristischen Verlauf: Im ersten Profilabschnitt (Lv bis Odh1) erfolgt der weitgehende Umsatz der oberirdischen Streu, von Odh1 bis Odh3 stellen Wurzelreste das organische Ausgangssubstrat (erneuter Celluloseanstieg, Glu_{TFF}-Maximum, Lignin- und C/N-Maxima).

Der dritte Abschnitt, der die Fällungslage(n) enthält, liegt im mineralischen Profiltail. Hier zeigen sich in der chemischen Zusammensetzung der organischen Substanz deutliche Unterschiede gegenüber den Mineralbodenhorizonten des Eisenhumuspodsols (Abschn. 4.3.3.5). In Ah,Ca- (1,3 %), Bgh,Ca(3,4 %) und Bh,Ca-Horizonten (2,5 %) findet man einen deutlichen Anstieg der Cellulose, die sich in Mineralbodenhorizonten des Mör-Eisenhumuspodsols nicht mehr nachweisen läßt (vgl. Abb. 26, 27 und 28). Zwei Erklärungsmöglichkeiten bieten sich für diesen Befund an:

(1) Schon im Gelände fällt die extrem geringe Durchwurzelung der Mineralbodenhorizonte des Podsols auf; die Mineralbodenhorizonte von Tangelmör-Rendzina und Tangelmör-Renpetrosolpseudogley sind besser durchwurzelt (Ausnahme Aheg). Während im Mör-Eisenhumuspodsol (Profil 12) also Wurzelreste im Mineralprofil weitgehend fehlen und Infiltrationsprodukte aus dem Humusprofil die organische Substanz beherrschen, nehmen Wurzelreste im Mineralprofil von Tangelmör-Rendzina (Profil 10) und Tangelmör-Renpetrosolpseudogley (Profil 11) wesentliche Anteile ein.

(2) Die Mineralbodenhorizonte des Mör-Eisenhumuspodsols und der Aheg des Tangelmör-Renpetrosolpseudogleys weisen ein Platten- bis Bröckelgefüge auf. In Ah,Ca (Tangelmör-Rendzina) sowie Bh,Ca (Tangelmör-Renpetrosolpseudogley) dominieren hingegen Regenwurmkrümel in geradezu beispielhafter Ausprägung. Möglicherweise dringen

Regenwürmer aus dem Mineralboden in die organischen Horizonte vor, obwohl diese nur pH-Werte um 3,2 zeigen, und bringen von dort organische Substanzen in den Mineralboden (pH 6-7). O-Ah-C-Böden der montanen Stufe, die ebenfalls eine reiche Regenwurmfaua aufweisen, kennzeichnet nämlich auch ein derartiger Celluloseanstieg im Mineralboden. Dort läßt sich das Einwühlen von Buchenblättern z.T. direkt beobachten (Abschn. 4.3.6.1-3). In Podsolen unterbleibt diese Einarbeitung.

4.3.4 Einfluß bodenbildender Faktoren auf Humusprofilmächtigkeit und Bodentyp

4.3.4.1 Geologisches Substrat

Nach verbreiteter Ansicht ist die Bildung mächtiger Humusprofile in erster Linie von Vegetation und Klima abhängig (Kubiens 1953; Mückenhausen 1977). Demgegenüber kann nach meinen Erfahrungen diesen bodenbildenden Faktoren nur sekundäre Bedeutung zuerkannt werden. Wichtigste Voraussetzung für die Bildung mächtiger L- und O-Lagen (und damit u.U. von Tangel-solen) ist vielmehr das Fehlen eines verlehnten, nährstoffreichen und gut durchwurzelbaren mineralischen Oberbodens (Ah-Horizont); dem geologischen Substrat kommt damit die Schlüsselrolle zu. Mit Hilfe folgender Profile aus den Berchtesgadener Kalkalpen sei dies belegt:

Geologisches Substrat	L- + O-Mächtigkeit (cm)	Bodentyp	Profil
anstehender Dachsteinkalk	46	Tangelmör-Renpetrosol	13
entfestigter Dachsteinkalk mit kalkskelettreicher silikatischer Deckschicht	4	Mullmoder-Lockerrendzina	14
silikatische Deckschicht über anstehendem Dachsteinkalk	20	Mör-Pseudogleyterra fusca	15
Kieselschiefer	15	Mör-Eisenhumus-podsol	12

Alle Profile liegen in 1400-1600 m Höhe unter subalpinem Fichtenwald und sind N-NW-exponiert. Es handelt sich jeweils um charakteristische Bodenbildungen der subalpinen Stufe.

Profil 13 ist ein Tangelmör-Renpetrosol (dystrophe Tangelrendzina i.S. Kubeinas), entwickelt auf massivem Kalkfels. Mineralischer Oberboden fehlt; die Pflanzen müssen »im eigenen Bestandesabfall« wurzeln. Das Tangelmör-Profil weist die charakteristischen drei Abschnitte auf: weitgehender Ab- bzw. Umbau von Sproßresten in den Horizonten L bis Od_{fh}; stark verzögerter Umsatz von Wurzelholzresten (Od_h1-3); organische Fällungslage im Kontaktbereich zum Kalkfels (Oh,Ca). Insgesamt wird das Humusprofil 46 cm mächtig.

Demgegenüber läßt sich Profil 14, eine Mullmoder-Lockerrendzina mit nur 4 cm mächtigen organischen Lagen, lediglich in zwei Abschnitte gliedern: Der Ab- bzw. Umbau von Sproßresten vollzieht sich in den Horizonten Lv1 bis xAhOf_h; nur einzelne Feinwurzeln dringen in diese Lagen ein (Humustyp: Mullmoder). Der zweite Profilabschnitt, gebildet von einer 25 cm mächtigen Ah-Lage, stellt den Hauptwurzelschicht dar; hier, also im Mineralprofil, erfolgt zugleich der Umsatz von Wurzelresten und die Fällung mobiler organischer Substanzen. Zusätzlich

kennzeichnen den Ah intensive Bioturbation, günstiger pH-Wert (6,1) und gute Nährstoffversorgung. Wurzelreste können sich also nicht in einem eigenen Profilabschnitt ansammeln, Od_h-Lagen fehlen; so ergibt sich ein vergleichsweise schneller und glatter Umsatz der gesamten Streu (Sproß- und Wurzelreste) selbst in 1460 m Höhe und NW-Exposition.

Läßt das mineralische Ausgangssubstrat hingegen die Bildung nährstoffarmer Bleichhorizonte zu, wie im Falle der Mör-Pseudogleyterra fusca (Profil 15, Aheg) oder des Mör-Eisenhumuspodsol (Profil 12, Ahe), ist die Vegetation zunehmend gezwungen, die organischen Lagen zu durchwurzeln. Wieder sind drei Abschnitte im Profil zu erkennen: (1) Umsatz oberirdischer Streu in L- bis Od_{fh}-Horizonten; (2) Akkumulation von Wurzelresten in Od_h-Lagen; (3) Fällung mobiler organischer Substanzen im Mineralboden, mit Maximum im B-Horizont. Der Aufbau mächtiger organischer Lagen, der zugleich häufig Mörbildung beinhaltet, ist also dann besonders begünstigt, wenn sich Wurzelreste - allenfalls wenig

Zu S. 41:

Mächtiger Tangelmör-Renpetrosol auf Dachsteinkalk unter subalpinem Latschenbusch (Maßstab: 0,5 m); 1610 m NN, N-Exposition.



transformiert - anhäufen, weil entweder ein mineralischer Oberboden fehlt oder weil er infolge ungünstiger Bedingungen nicht durchwurzelt wird.

Profil 10 (Tangelmör-Rendzina) stellt die sehr seltene Ausnahme dar, die im Widerspruch hierzu steht. Der Boden liegt in einer ca. 40 cm breiten karrenähnlichen Hohlform in massivem Dachsteinkalk, die am Grund von einer 20 cm mächtigen silikatischen Deckschicht ausgekleidet ist. Infolge der Muldenlage sammelte sich im Zuge der Pedogenese mehr Streu an, als mineralisiert werden konnte. So wuchs das Humusprofil allmählich bis zu einer Höhe von 40 cm. Aufgrund der Mächtigkeit der organischen Lagen einerseits und der nur kleinräumigen Ausbildung des Ah-Horizontes in der Hohlform andererseits bleiben Grobwurzeln ausschließlich auf die O-Horizonte beschränkt und es entsteht ein mächtiges Mörpaket. I.d.R. bilden sich unter solchen Bedingungen im mineralischen Oberboden Bleichhorizonte (A_{heg}) infolge Naßbleichung (Profile 11 bzw. 15). Vermutlich herrschen bei Profil 10 (Tangelmör-Rendzina) lokal sehr gute Drainagebedingungen, so daß keine reduktomorphen Merkmale entstehen.

Ein weiteres Beispiel, das die Abhängigkeit der L- und O-Lagenmächtigkeit vom geologischen Substrat zeigt, wurde bereits im Exkursionsführer zur Sitzung der Kommission V der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in München (Sept. 1982) beschrieben. Danach bildet sich auf anstehendem Rätolias-Riffkalk ein 30cm mächtiger Tangelmör-Renpetrosol unter subalpinem Latschenbusch, während in geringer Entfernung auf Kösseiner Mergel ebenfalls unter Latschenbusch eine Mullmoder-Braunerde (L + O: 4 cm) zu finden ist (Bochter 1982 b).

Eine ähnliche Verteilung erwähnt bereits v. Leiningen (1909), ohne sie jedoch zu interpretieren: »Auf der Kampenwand (Chiemseegebiet), welche dem Dolomit angehört beobachtet man in den höheren Lagen des Berges einen lehmigen Verwitterungsboden ... Soweit nun dieser Lehmboden reicht, ist von Alpenhumus nichts zu bemerken; wo aber - in gleicher Höhenlage - Kalkgestein ansteht, kann man Alpenhumus in Menge finden (Beobachtet im Frühjahr 1904 ...).«

4.3.4.2 Exposition

Als Beispiel für den modifizierenden Einfluß der Exposition auf die Mächtigkeit von L- und O-Lagen sollen zwei subalpine Böden gegenübergestellt werden:

Bodentyp	Exposition	Neigung	L- + O-Mächtigkeit	Profil
Tangelmör-Renpetrosol (mächtig, tangelrohhumusartig)	NO	25°	67 cm	16
Mör-Renpetrosol	SW	36°	15 cm	17

Beide Profile bildeten sich unter subalpinem Latschenbusch auf anstehendem Dachsteinkalk und liegen auf der N- bzw. S-Seite des Schrecksattels/Reiteralpe, Berchtesgadener Alpen. Da in der subalpinen Stufe hohe Niederschläge fallen (ca. 2200 mm, Sommermaxi-

mum, vgl. Enders 1979), herrschen in wärmebegünstigter S-Exposition über einen langen Zeitraum im Jahr gute Mineralisationsbedingungen. N-Exposition in subalpiner Stufe bedeutet für den Standort hingegen geringen Wärmegewinn durch Insolation, anhaltende Schneebedeckung und damit sehr ungünstige Bedingungen für Streuumsatz und Mineralisation. Auch der Abbau von Sproßresten erfährt dort eine starke Hemmung: So lassen sich in Profil 16 in einer Tiefe von 60 cm noch zweifelsfrei Bruchstücke von Latschennadeln mit unbewaffnetem Auge identifizieren.

Durch das Attribut »tangelrohhumusartig« kann dies auf dem Subtypniveau hervorgehoben werden. Derartige Humusbildungen scheinen unter Latschenbusch häufiger aufzutreten. Im Exkursionsführer zur Sitzung der Kom. V der DBG (München, Sept. 1982; Bochter 1982 b) wird ein ähnliches Profil beschrieben: Noch in ca. 30 cm Tiefe im Kontakthorizont zum Fels lassen sich mit unbewaffnetem Auge Nadelreste identifizieren (Profil 1 im Exkursionsführer). Auch Zöttl (1965 a,b) findet unter Latsche extrem mächtige A_{OF}-Lagen.

Unweit der Standorte von Profil 16 und 17 findet man auf dem Plateau der Reiter Alpe jedoch Moder-Rendzinen bis Moder-Braunerden (N-Exposition) bzw. Mullmoder-Rendzinen bis Mullmoder-Braunerden (S-Exposition) unter subalpinem Latschenbusch, falls eine silikatische Deckschicht über Dachsteinkalk die Bildung mineralischer Ah-Horizonte zuläßt.

4.3.4.3 Niederschläge

Lokal erhöhte Niederschlagsmengen beeinflussen die Profilmorphologie in zweifacher Hinsicht: einerseits können sich Bleichhorizonte im Mineralprofil bilden, andererseits finden Torfmoose günstige Lebensbedingungen.

Liegen geologische Substrate vor, die eine Naßbleichung im Oberboden fördern, z.B. schluffige Deckschichten ohne Kalkskelett oder Kalkkomponenten in der Feinerde, so entstehen insbesondere auf Luv-Seiten A_{heg}-Horizonte unter Mör. Auf vergleichbarem Ausgangssubstrat fehlt hingegen in niederschlagsärmerer Lee-Position jegliche Spur reduktomorpher Merkmale, der Humustyp ist Moder. Folgende Profile liegen u.a. diesen Ausführungen zugrunde:

Bodenform	Lage	L- + O-Mächtigkeit	Profil
Mör-Pseudogleyterra fusca unter Fichtenwald aus silikatischer Deckschicht über anstehendem Dachsteinkalk	gratnah, W-Expos. 1620 m	20 cm	15
Moder-Parabraunerde unter Fichtenwald aus silikatischer Deckschicht über Kalk- und Dolomitschutt	Mittelhang, O-Expos. 1280 m	3 cm	18

Profil 19, ein mächtiger Hangmoor-Renpetrosol, bildete sich über anstehendem Dachsteinkalk am Untersberg/Berchtesgadener Alpen in fast 2000 m Höhe. Der Standort liegt gradnah in W-Exposition und ist z.Z. von Latschenbusch bestockt, dem Überwucherung durch üppig wachsende Torfmoose droht. Das Profil wird fast 1 m mächtig. Charakteristisch ist der Wechsel von Lagen aus kaum zersetzten Torfmoosresten mit solchen, die nur aus amorpher Feinsubstanz aufgebaut sind. Im Kontaktbereich zum Kalkfels ist eine typische organische Fällungslage ($\bar{x}AhHh,Ca$) ausgebildet, die 27 % C_{org} enthält. Nach ^{14}C -Datierungen (vgl. Tab. 12, Fußnote) kommt ihr ein Mindest(!)alter von 4500 Jahren zu. Es sollte betont werden, daß sich selbst während eines solchen Zeitraumes trotz außerordentlich günstiger Bedingungen für Carbonatlösung kein mineralischer Oberbodenhorizont bilden konnte.

Der Boden ist nach der Soil Taxonomy als Lithic Borosaprist anzusprechen, da im subsurface tier (tiefer als 60cm) sapric material dominiert und zugleich ein lithic contact auftritt.

Meines Wissens hat bisher lediglich Gračanin (1962) derartige Böden aus dem Hohen Karst Kroatiens beschrieben; er bezeichnet sie als »vertorfte Rendsina« oder »Sphagnumtorfmoor auf Kalksteinen«.

Eine Übergangsbildung zwischen Tangelmör und Hangmoor ist mit Profil 20 beschrieben (Hangmoortangelmör-Ranpetrosol) Der Boden findet sich in W-Exposition auf anstehendem Zentralgneis unter subalpinem Nadelmischwald mit zwergstrauchreichem Unterwuchs (Fellertauerntal/Hohe Tauern) und erreicht eine Mächtigkeit von knapp 0,5 m. Über der O-C-Kontaktzone (Hh,Al-Fe) ist ein 4 cm mächtiger Hf-Horizont entwickelt, der überwiegend aus Sphagnumresten besteht. Nach der Soil Taxonomy ist dieser Boden als Lithic Cryofolist anzusprechen.

4.3.5 Die Bodenbildung auf Dolomitschutt in der tief-subalpinen Stufe

Thiele (1978) studierte die Vegetationsentwicklung im Wimbachgries/Berchtesgadener Alpen. Gestützt auf diese Untersuchung wurde die hier dargestellte Bodenchronosequenz ausgeschieden. Die Profile liegen in der tiefsubalpinen Stufe (1200 m) und bildeten sich auf Schwemm- und Murschuttflächen, die an den untersuchten Standorten ausschließlich aus Ramsaudolomit bestehen. Das Gestein enthält über 99 % $CaMg(CO_3)_2$. Im Zuge der Boden- und Vegetationsentwicklung kommt es periodisch, später episodisch zu Überrollung durch Dolomitschutt; nur die reifsten Stadien bleiben hiervon verschont.

4.3.5.1 Renskelettosol

Die frischen Schuttflächen besiedeln zunächst Gräser; sehr früh jedoch samen sich Latsche sowie Zwerg- und Spaliersträucher an. Die Pflanzengesellschaft des jüngsten Gliedes der Catena läßt sich nach Thiele (1978) als Schneeheidevariante des Polsterseggenrasens, Trisetum-Ausbildung mit Buphthalmum beschreiben. Am Standort deckt die Vegetation nur etwa 25 % des Substrates; Hauptstreulieferant ist *Dryas octopetala*.

Unter einem 15 Jahre alten *Dryas*polster (Jahresringzählung!) wurde Profil 21 aufgeschlossen. Die Horizontfolge lautet:

Lv1 – Lv2 – $\bar{x}Cfhv$ – $\bar{x}Chv$ – $\bar{x}klCn$.

Nur der $\bar{x}Chv$ -Horizont ist unter dem Spalierstrauchpolster durchgehend ausgebildet. Da keine Verlehmungsprodukte in der Feinerde auftreten und L- und O-Lagen keine diagnostische Bedeutung erlangen, läßt sich die Bodenform folgendermaßen ansprechen: Renskelettosol unter Silberwurzpolster auf Ramsaudolomitschuttflächen. Der C-Vorrat beträgt 0,8 kg/m² im Solum. In Anlehnung an Kubiena (1953) bezeichnet Thiele (1978) derartige Böden als initiale Protorendzinen.

4.3.5.2 Mull-Renskelettosol

Ist eine Weiterentwicklung gewährleistet, so schließt sich die Vegetationsdecke zunehmend. Nach etwa 50 Jahren (Jahresringzählung) kann man pflanzensoziologisch von Schneeheidevariante des Polsterseggenrasens, *Antennaria*-Ausbildung (Thiele 1978) sprechen. Der Deckungsgrad beträgt 75 %. Hauptstreulieferanten sind neben Gräsern *Erica carnea*, *Pinus mugo* und *Dryas octopetala*. Profil 22 kennzeichnet die Horizontfolge:

Lv1 – Lv2 – $\bar{x}Cfhv$ – $\bar{x}Chv$ – $\bar{x}klCn$.

$\bar{x}Cfhv$ - (fh: noch 10 % Sproßreste identifizierbar) und $\bar{x}Chv$ -Lage sind unter Vegetationsdeckung durchgehend ausgebildet; die Lvd-Lage etwa zu 50 %.

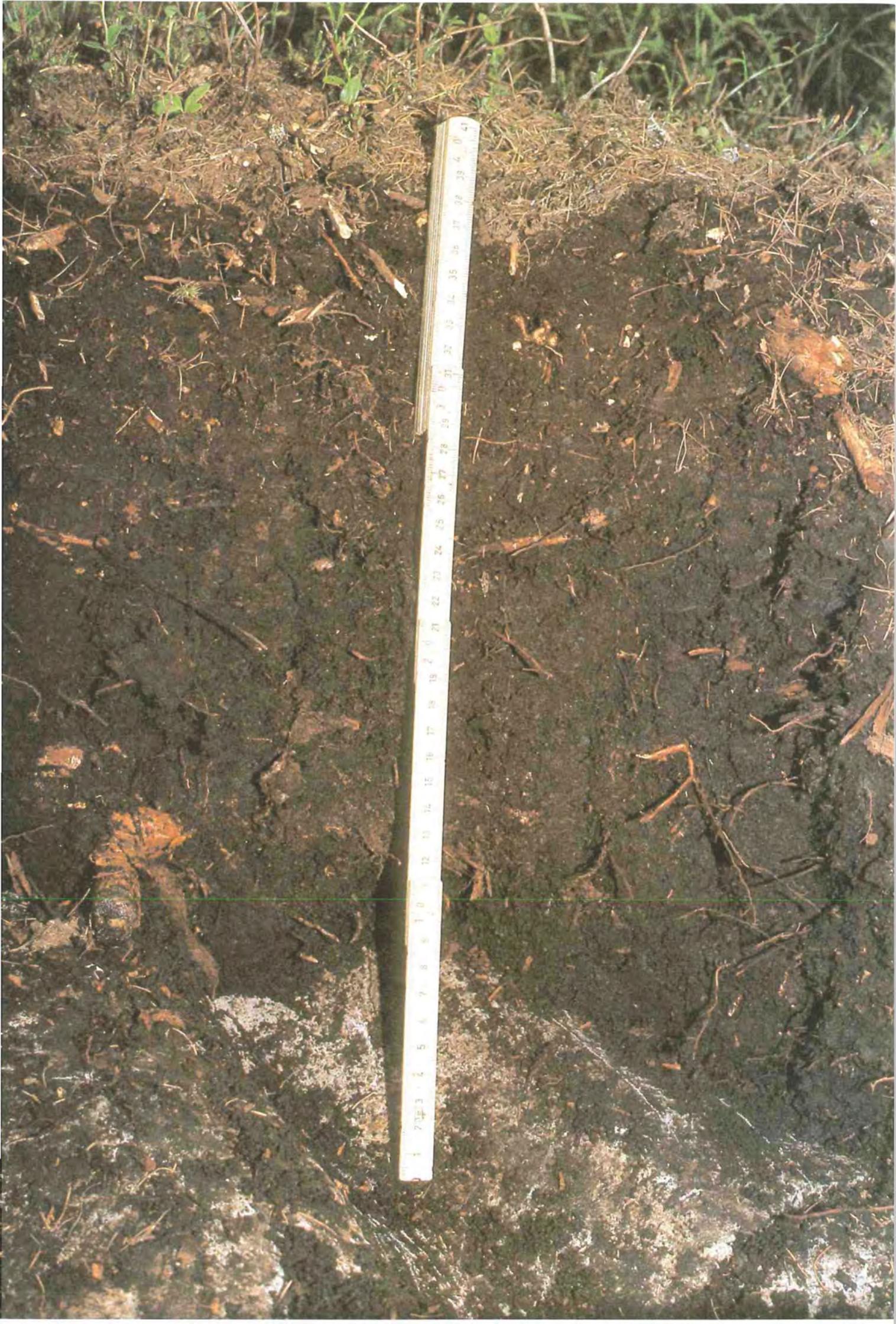
Während Thiele (1978) dieses Stadium als reife Protorendzina bezeichnet, sollte der Ausdruck Rendzina vermieden werden, da keine Verlehmungsprodukte am Profilaufbau beteiligt sind. Ich schlage die Bezeichnung Mull-Renskelettosol unter initialem Latschenbusch mit Zwerg- und Spaliersträuchern auf Ramsaudolomitschuttflächen vor. Mit 1,5 kg C/m² im Solum hat sich der Humusvorrat gegenüber Profil 21 etwa verdoppelt.

4.3.5.3 Mullmoder-Renskelettosol

Erfolgt keine Störung, führt die Sukzession in ca. 100 Jahren (Jahresringzählungen an Latschen) zum Rostseggen-Schneeheide-Alpenrosenbusch. Der Standort von Profil 23 repräsentiert noch keine reife Ausbildung dieser Assoziation: Hauptstreulieferant ist *Pinus mugo*; im Unterwuchs tritt neben Gräsern insbesondere *Erica carnea* hervor, während *Rhododendron hirsutum* kaum auffällt. Die Vegetation deckt den Boden völlig. Die Horizontfolge von Profil 23 lautet:

Lv1 – Lv2 – Ld – Of – Ohf – $\bar{x}Oh,Ca$ – $\bar{x}Chv1$ – $\bar{x}Chv2$ – $\bar{x}Cv$ – $\bar{x}klCn$.

Von der Ld-Lage an sind die Horizonte durchgehend ausgebildet. Mit zunehmender Dauer der Pedogenese wird der Boden zwar in geringem Umfang tiefgründiger, eine Verlehmung im Mineralprofil ist jedoch nicht erkennbar. Profilprägender Prozeß ist nur die zunehmende Ansammlung organischer Substanz; dadurch wächst der Boden in die Höhe. Aufgrund der Horizontfolge spreche ich die Bodenform als Mullmoder-Renskelettosol unter tiefsubalpinem Latschenbusch auf Ramsaudolo-



mitschutfächer an. Es wird ein C-Vorrat von 4,8 kg/m² im Solum erreicht. Thiele (1978) kartiert Moderrendzina.

4.3.5.4 Tangelmoder-Renskelettosol

Die reifsten und vermutlich ältesten Stadien der Bodenentwicklung, die ich im Talgrund des Wimbachgrieses fand, sind von einem lichten Spirkenwald mit dichtem Unterwuchs aus Latsche und Zwergsträuchern bestockt. Nach Thiele (1978) ist eine ungestörte Entwicklung seit 300 Jahren anzunehmen. Hauptstreulieferanten sind *Pinus mugo*, *Erica carnea*, *Rhododendron hirsutum* und *Vaccinium vitis-idaea*; daneben erreichen noch einige Gräser hohe Artmächtigkeit. Pflanzensoziologisch liegt eine reine *Blechnum*-Ausbildung des Rostseggen-Schneeheide-Alpenrosenbusches vor (Thiele 1978). Die Horizontfolge eines charakteristischen Profils (24) lautet:

Lv1 – Lv2 – Ld – Of – Ohf – x-Ofh,Ca – \bar{x} CvOh,Ca – \bar{x} Chv – \bar{x} kICn.

Die organischen Lagen werden über 30 cm mächtig; daher sollte die Bodenform als Tangelmoder-Renskelettosol unter tiefsubalpinem, zwergstrauchreichem Spirkenwald auf Ramsaudolomitschutfächer bezeichnet werden. 13,1 kg C/m² sammelten sich im Solum an. Auch Thiele (1978) sieht Anklänge zu Tangelhumus; allerdings kartiert er den Boden als Tangelrendzina-Moderrendzina mit pilzmyzelreicher L- und F-Lage. Der wichtigste bodenbildende Prozeß ist die Anhäufung von Streu und Humus: so wächst das Profil in die Höhe und es bilden sich infolge zunehmender Isolation vom carbonatreichen Untergrund stark saure Zersetzungslagen (pH-Werte: 3,7).

Trotzdem kommt es auf den Dolomitschutfächern im Talgrund des Wimbachgrieses nach meinen Erfahrungen zu keiner Mör- bzw. Tangelmörbildung. Maßgebend dafür kann sein:

- (1) Die Zeitdauer (ca. 300 Jahre) ist noch zu kurz, um (Tangel-)Mör zu ermöglichen.
- (2) Während der Pedogenese kommt es immer wieder zu Übersättigung mit Dolomit. Auch im reifsten Profil (24) treten ca. 8 cm unter der Bodenoberfläche (x-Ofh,Ca) schon Dolomitsplitter auf. Die dadurch bedingte pH-Erhöhung läßt die Bildung von Od-Horizonten nicht zu; statt dessen entstehen vergleichsweise mächtige O-C-Übergangslagen, in denen mobile Substanzen ausflocken.
- (3) Skelettosole und Tangelskelettosole bilden sich definitionsgemäß auf Lockersubstraten und können tiefgründig durchwurzelt werden. Im Gegensatz zu Petrosolen bzw. Tangelpetrosolen liegen die Hauptwurzelschichten im Mineralprofil oder zumindest in mineralisch beeinflussten Profilabschnitten. Die Bildung typischer Odh-Lagen unterbleibt.

Zu S. 44:

Tangelmör-Renpetrosol auf Dachsteinkalk unter subalpinem Fichten-Lärchen-Wald (Maßstab: 0,5 m); 1610 m NN, N-Exposition.

4.3.5.5 Vergleich mit Böden auf Dolomit-Hangschutt unter montanen Kiefernwäldern

Tangelmör auf Ramsaudolomitschutt findet man jedoch an anderen Stellen der Berchtesgadener Alpen; Profil 25 gibt ein Beispiel. Die Bodenform ist als tangelskelettosolartiger Tangelmör-Renlockersyrosem unter montanem zwergstrauchreichem Kiefernwald auf Ramsaudolomit-Hangschutt zu bezeichnen (C-Vorrat 32,9 kg/m² im Solum). ¹⁴C-Datierungen des Odh4-Horizontes ergeben eine durchschnittliche Umsatzzeit vermutlich aus Wurzelholz gebildeter Huminsäuren von 1000 Jahren. Die Dauer der Bodenbildung gegenüber den Standorten im Wimbachgries ist demnach wesentlich erhöht. Zudem kann aufgrund lokaler Gegebenheiten keine Carbonatübersättigung erfolgen. Schließlich liegt als mineralisches Substrat nur tiefgründig entfestigter Ramsaudolomit vor, der solifluidal hangab transportiert wurde. Dieses Material ist wesentlich dichter gelagert und damit schwerer durchwurzelt als die durch Muren oder fluvial aufgeschütteten Lockersubstrate im Wimbachgries.

Ob infolge der langen Reifezeit dieses Bodens (Profil 25) sich bereits soviel silikatischer Rückstand aus der Carbonatverwitterung anreicherte, daß die \bar{x} OhAi-Lage entstehen konnte, bleibt fraglich. Mit größerer Wahrscheinlichkeit stammen die mit 14 Gew.-% an der Feinerde beteiligten Verlehmungsprodukte aus äolischem Eintrag oder aus tonigen Zwischenschichten, die den Ramsaudolomit durchziehen.

Häufen sich jedoch aus Carbonatlösungsrückstand, äolischem Eintrag oder mergelig-tonigem Zwischenschichtmaterial Verlehmungsprodukte über dem Dolomitschutt an, so unterbleibt nach meinen Beobachtungen in jedem Fall eine Mörbildung. Günstige Mineralisationsbedingungen (S-Exposition) führen zur Bodenform: Modernull-Lockerrendzina unter grasreichem montanen Kiefernwald auf Ramsaudolomit-Hangschutt mit silikatischer Deckschicht; ein Beispiel ist als Profil 26 im Anhang beschrieben. Herrschen ungünstige Mineralisationsbedingungen (N-Exposition), so bilden sich bei gleichem organischen wie anorganischen Ausgangsmaterial Moder-Lockerrendzinen (Profil 40).

Schematisch ist die Bodenentwicklung auf Dolomitschutt in Tab. 15 zusammengefaßt.

An dieser Stelle muß darauf hingewiesen werden, daß die Bildung des reifsten Stadiums der Entwicklungsreihe im Wimbachgries, das nach Kubiena (1953) als Tangelrendzina zu bezeichnen wäre, im Gegensatz zu den Ausführungen Kubienas (1948) nicht auf dem Umweg über eine Mullrendzina erfolgt. Die »Tangelrendzina« entsteht vielmehr auf direktem Wege in relativ kurzer Zeit (300 Jahre) ausschließlich durch Anhäufung organischer Substanz.

Auch die Darstellung der auf Kubiena (1948) zurückgehenden Entwicklungsreihe der Rendzina von Protorendzina direkt über Mullartige Rendzina zu Mullrendzina, sollte sehr kritisch betrachtet werden: Auf hochreinem(!) Carbonatgestein sammelt sich zwar in kurzer Zeit viel organische Substanz an und es bilden sich »Protorendzinen« (i.S. Kubienas); auf der Zeitachse muß jedoch ein ganz anderer Maßstab gewählt werden, wollte man

gleichzeitig die Entwicklung bis zur »Mullrendzina« (i.S. Kubienas) darstellen. Dies gilt sogar für die subalpine Stufe, wo infolge niedriger Durchschnittstemperaturen unter Vegetationsdeckung die Carbonatlösung am höchsten ist (vgl. Bauer (1964): 30 cm Dachsteinkalk werden in 10 000 Jahren abgetragen). Findet man daher im Untersuchungsgebiet Rendzinen (Mullrendzinen n. Kubiena 1953), so dürfte der überwiegende Anteil der Verlehmungsprodukte je nach Lokalität aus äolischem Eintrag, Moränen- oder tonig-mergeligem Zwischenschichtmaterial stammen.

Demgegenüber entsteht nach Scheffer et al. (1960) auf Wellenkalkschutt im Göttinger Raum bereits in ca. 1000 Jahren eine »Mullrendzina« (i.S. Kubienas!). Allerdings weist das geologische Substrat mit 11 % Carbonatlösungsrückstand im Vgl. zu Dachsteinkalk und Ramsaudolomit - den für das Untersuchungsgebiet charakteristischen Gesteinen - etwa den zehnfachen Verunreinigungsgrad auf. Die dargestellten »Mullrendzinen« sind außerdem enorm skelettreich, so daß sie nach Kartieranleitung (Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde 1971, S. 39) u.U. sogar als Skelettböden zu bezeichnen wären. Nach Angaben von Scheffer et al. (1960) stellen sie Humuskarbonatböden i.S. Pallmanns dar (Entstehungsart: organo-petrogen, d.h. Solum besteht aus mechanisch zerkleinertem Gestein und Humus); die tatsächliche Anreicherung silikatischen Lösungsrückstandes dürfte also gering sein.

4.3.6 Die Böden unter montanen Buchenwäldern

Buchenbeherrschte Laubmischwälder, z.T. durchsetzt mit einzelnen Fichten und seltener Tannen, findet man an naturnahen Standorten der Berchtesgadener Alpen von den Tälern bis in Höhen um 1300 m. Unter dieser Bestockung wurde eine Vielzahl von Profilen detailliert untersucht; nur wenige charakteristische Beispiele werden hier besprochen. Bedingt durch die geologischen Verhältnisse lassen sich auf carbonatreichem Untergrund in der Buchenwaldstufe drei Substrattypen unterscheiden:

(1) Ramsaudolomit-Hangschutt, solifluidal durchsetzt und/oder überdeckt mit silikatischem Material.

Letzteres ist bodenartig i.d.R. als Schlufflehm bis schluffig-toniger Lehm anzusprechen, so daß wahrscheinlich eine äolische Komponente am Aufbau beteiligt ist. In manchen Fällen finden sich zusätzlich allochtone Gesteine - Reste eines dünnen Fernmoränenschleiers. Toniges Zwischenschichtmaterial, z.B. von Raibler Schichten, geht ebenso in das Substrat mit ein wie »echter« Carbonatlösungsrückstand. In der vorliegenden Untersuchung wurde nicht angestrebt, die Herkunft des silikatischen Materials zu klären.

Je nach Lokalität trifft man auf Böden folgender Klassen: Rendzinen und Lockerrendzinen bzw. Kolluvien mit rendzinaartigem Profilaufbau; seltener Syroseme und Lockersyroseme sowie Kolluvien mit braunerdeartigem Profil.

(2) Anstehender Dachsteinkalk mit Entfestigungszone (> 10 cm) oder von blockigem Dachsteinkalkhangschutt (> 10 cm!) überdeckt. Silikatisches Material fehlt oder ist von untergeordneter Bedeutung. Die Mineralbodentypen stehen zwischen Renpetro- und -Skelettosolen.

(3) Anstehender Dachsteinkalk ohne silikatische Deckschicht und ohne - oder nur mit geringmächtiger (< 10 cm) Entfestigungszone bzw. Hangschuttdecke. Die Böden sind in die Klassen Petrosole bzw. Tangelpetrosole einzureihen.

Tabelle 16 führt die wichtigsten Bodentypen unter montanem Buchenwald in Abhängigkeit von Geologie, Relief und Mikroklima auf.

Es ergibt sich, daß Tangelhumus keineswegs auf das Vorkommen von »Tangelpflanzen« i.S. Kubienas beschränkt ist (vgl. auch Abschn. 4.3.4.9, »dystrophe Tangelrendzina« = Tangelmör-Rensyroseme unter Buche). Sogar dystropher Tangelhumus (i.S. Kubienas, 1953 = Tangelmör) findet sich, wenn die standörtlichen Voraussetzungen die Bildung zulassen, d.h. insbesondere Ah-Horizonte nicht entwickelt sind oder infolge Nischenlage sehr viel Laubstreu anfällt. Unter montanen Buchenwäldern (Höhenintervall: 400 - ca. 1300 m) trifft man also auf die gleichen Bodentypen wie unter subalpinem Fichtenwald oder montanen zwergstrauchreichen Kiefernwäldern. Die folgenden Ausführungen, insbesondere die Abschn. 4.3.6.4-7, sollen dies belegen.

4.3.6.1 Mullmoder-Lockerrendzina

Mullmoder als Humustyp auf rendzinaartigen Mineralböden ist sehr häufig unter naturnahen montanen Buchenwäldern, wenn Substrattyp (1) ansteht. Profil 27 stellt ein typisches Beispiel dar. Charakteristisch ist der weitgehende Umsatz der Sproßreste von Ln bis x Ohf im ersten Profilabschnitt: Abb. 29 zeigt die gleichmäßige Abnahme des extrahierbaren Lignins und des C/N-Verhältnisses. Auch im Falle von Buchenblattstreu wird die Cellulose relativ rasch angegriffen, teilweise mineralisiert, teilweise zu Oxycellulose umgeformt und dann als Glu_{TFE} miterfaßt (Abb. 29; vgl. auch Abb. 30-34). Ein derartiger Verlauf der Tiefenfunktionen der Zellwandstoffe ist charakteristisch für den Humustyp Mullmoder (vgl. Profil 1, Abb. 17, Mullmoder unter subalpinem Fichtenwald).

Die Zusammensetzung der Streu unter montanem Buchenwald unterscheidet sich jedoch von der unter zwergstrauchreichem subalpinem Fichtenwald: Xylose erreicht, wenn Buchenblätter als Streu vorherrschen, die höchsten Anteile in der Trifluoressigsäure-hydrolysierbaren Polysaccharidfraktion; die Glucose tritt demgegenüber zurück. Das Xylan, dem die Xylose entstammt, wird jedoch relativ schnell abgebaut; da der Glu_{TFE}-Gehalt infolge des Umbaus der Cellulose zu Oxycellulose gleichbleibt oder sogar ansteigt, überwiegt in den O-Horizonten (i.d.R. ab Of) wieder die Glu_{TFE} (Abb. 27-34). Die Mineralbodenhorizonte von Profil 27 kennzeichnen wieder relativ hohe Cellulosegehalte (2-2,5 % der organischen Substanz). Sie sind einerseits auf intensive Bioturbation zurückzuführen, derzufolge cellulosehaltiges Material aus der O-Lage in die A-Horizonte gelangen kann; andererseits sind gerade diese Profilabschnitte stark durchwurzelt. Daher ist ein Teil der nachweisbaren Cellulose auf den Anfall von Wurzelresten zurückzuführen.

Abb. 29 zeigt weitere Tiefenfunktionen chemischer Parameter; die Gründe für ihren Verlauf wurden bereits in Abschn. 4.3.3 diskutiert.

4.3.6.2 Mull-Lockerrendzina

Herrschen besonders günstige Mineralisationsbedingungen (S-Exposition, Hangneigung 35°), so findet sich

auf Substrattyp (1) selbst in 1280 m Höhe die Humusform Mull unter montanem Buchenwald (Profil 28). Wie für den Humustyp Mull charakteristisch, nimmt der Dekungsgrad der L-Subhorizonte mit der Profiltiefe ab. Die (Ah)Lvd-Lage ist nur teilweise (30 % Deckung) ausgebildet. Das Entstehen einer Ld-Lage wird durch intensive Regenwurmtätigkeit verhindert: Zwischen den oberflächenparallel angeordneten Blättern des Lvd-Horizontes sind aus mineralischer Substanz aufgebaute Regenwurm-Kotkrümelchen eingelagert (Bezeichnung: (Ah)Lvd!), dichte Blattpakete können sich daher nicht bilden. Aus der L-Lage ziehen die Regenwürmer Blätter oder Blattbruchstücke auch in den angrenzenden A-Horizont; noch in etwa 4 cm Tiefe sind im Mineralboden derartige Blattreste auffindbar. Diese Mischhorizonte, die ich als (Ah)Lvd bzw. als (Lv)Ah anspreche, stellen ein weiteres Charakteristikum eines derartigen Bodens dar.

Die Tiefenfunktionen wichtiger chemischer Parameter sind in Abb. 30 gezeichnet; eine Interpretation scheint nicht mehr nötig. Verwiesen sei lediglich auf die mit 2,4 bis 4,1 % hohen Cellulosegehalte der organischen Substanz des A-Horizontes, die ich wieder auf hohen Anfall »frischer« Wurzelreste und intensive Bioturbation zurückführe.

4.3.6.3 Moder-Rendzina

Ungünstige Mineralisationsbedingungen (N-Exposition), kombiniert mit windgeschützter Nischenlage führen auf Substrattyp (1) zu Moder unter Buchenwald (Profil 29). Die Humusform zeichnet sich durch auffallend mächtige Ld- (5 cm) und Of-Horizonte (2 cm) aus. Im Vergleich zu Mullmoder und Mull verzögert sich der Umsatz der Blattstreu: Die Cellulosegehalte nehmen zwar mit zunehmender Tiefe schnell ab, ein Teil wird jedoch in Oxyzellulose überführt; die GL_{TFE} -Kurve zeigt im Bereich der Of-Lage ein ausgeprägtes Maximum (Abb. 31). Im gleichen Horizont tritt ein Sekundärmaximum der Lignin-Tiefenfunktion auf (Abb. 31). In Moderformen unter subalpinem Fichtenwald konnte eine derartige Verzögerung im Abbau der Zellwandstoffe oberirdischer Streu nicht beobachtet werden; bei ungünstigen Umsatzbedingungen unter Buche scheint sie jedoch regelmäßig aufzutreten (vgl. Abschn. 4.3.6.6 Tangelmör-Renskelettopetrosol).

Charakteristisch für die Stellung zwischen Mull und Mullmoder einerseits und Mör andererseits ist der weitere Verlauf der Tiefenfunktionen der Zellwandstoffe: Da die organischen Lagen bereits 16,5 cm Mächtigkeit erreichen (OhAh nur 20 cm), werden die Ofh-Lagen intensiv durchwurzelt. Daher tritt dort ein ausgeprägtes sekundäres Cellulosemaximum auf (Abb. 31); zugleich ist eine Ligninanreicherung erkennbar und die Abnahme des C/N-Verhältnisses verzögert sich (Abb. 31). Einen ähnlichen Verlauf nehmen die Tiefenfunktionen in Moderprofilen der subalpinen Stufe (Abschn. 4.3.3.2, Profil 2, Abb. 18). Die Bildung von Mör verhindert jedoch intensive Bioturbation auf diesem Substrattyp; durch sie nämlich wird mineralische Substanz in den unteren Bereich der O-Lage eingebracht, deren hoher Basengehalt das pH hebt und die eigentlich zu erwartende drastische Verschlechterung des Wurzelrestumsatzes mit Bildung von Od-Lagen nicht zuläßt.

4.3.6.4 Moder-Renskelettopetrosol

Auf Substrattyp (2), anstehendem Dachsteinkalk mit 0,1 - 0,5 m mächtiger Entfestigungszone trifft man häufig Tangelmoder unter Buche als Humusform (Profil 30). Die Tiefenfunktionen der Zellwandstoffe (Abb. 32) nehmen einen für Moderprofile typischen Verlauf: Zwar zeigt sich noch keine Umsatzhemmung der Blattstreu; ein ausgeprägtes sekundäres Cellulosemaximum in der Ofh-Lage weist jedoch auf »frische Wurzelstreu« hin. Da im gleichen Horizont ein schwaches sekundäres Ligninmaximum auftritt und sich das C/N-Verhältnis kaum mehr verengt, kann man auf leicht verzögerten Wurzelholzumatz schließen.

Zu Mörbildung kommt es auf diesem und vergleichbaren Standorten jedoch nicht, weil (1) die Mineralisationsleistung offensichtlich mit dem Streuanfall Schritt hält (keine Nischenlage; im Vgl. zur subalpinen Stufe höhere Wärmesummen bei 1500 - 2000 mm Niederschlag; Ender 1979); die rein organischen Lagen erreichen daher (2) nur begrenzte Mächtigkeit (10-20 cm). Infolgedessen genügt die Bioturbationsleistung von Juliden und Lumbriciden, um basenreiches Material aus der Oh,Ca-Lage bis in die Of-Horizonte zu transportieren. Außerdem findet man (3) derartige O-C-Böden unter Buchenwald in hängigem Gelände und nicht in Plateaulage. Deshalb liegt fast ausnahmslos eine Hangschuttdecke aus groben Blöcken über dem anstehenden Fels. Unter L- und O-Horizonten folgen daher O-C-Kontakthorizonte, die wegen sehr hoher Skelettanteile (über 75 %) und u.U. Gesteinsabrieb dem mineralischen Profilabschnitt zuzurechnen sind.

Das Auftreten dieser Skeletthorizonte ist für Deutung der Pedogenese und Standortseigenschaften wesentlich und soll mit der Bezeichnung Renskelettopetrosol zum Ausdruck gebracht werden. Wie in Renskelettosolen auf Dolomit (Abschn. 4.3.5) findet man nämlich die Hauptmasse der Grobwurzeln im Mineralprofil ($\bar{x}Oh,Ca$) und es kommt daher zu keiner Bildung von Odh-Lagen.

Unter dem Einfluß hoher Ca-Konzentration verläuft der Umsatz von Wurzelholz offensichtlich völlig anders als in stark sauren, basenarmen Odh-Horizonten. So lassen sich in $\bar{x}Oh,Ca$ -Lagen i.d.R. vergleichsweise hohe Cellulosegehalte nachweisen (vgl. Profile 31, 32, Abb. 33, 34; Profil 30, Abb. 28 bildet eine Ausnahme!), Lignin ist jedoch kaum extrahierbar. Vermutlich werden die Aldehydgruppen des Lignins oxidiert, und zugleich ist infolge der Ca-Brücken eine Lösung in Dioxan verhindert. Der experimentelle Nachweis war jedoch im Rahmen dieser Untersuchung nicht mehr zu erbringen. Allerdings bestätigen französische Autoren (z.B. Muller und Vedy 1978) die schnelle Oxidation des Lignins und seinen anschließenden Schutz vor mikrobiellem Abbau durch $CaCO_3$ in Ah-Horizonten von Rendzinen. Diese Ergebnisse lassen sich vermutlich uneingeschränkt auf kalkskelettreiche Oh,Ca-Horizonte übertragen.

Aufgrund der extrem niedrigen Gehalte an freiem Alpha-Amino-N (Abb. 32) dürfte die Humifizierung in den Skeletthorizonten ohne nennenswerte Beteiligung von Mikroorganismen ablaufen.

Profil 30 zeigt eine Besonderheit, die auf etwa 25 % der untersuchten Buchenwaldstandorte auftritt:

Die Blattbräunungsstoffe sind im Of-Horizont fast völlig abgebaut, eine gelbliche Färbung dominiert. Verantwortlich dafür sind Pilze, deren Mycel 10-20 % des Horizontes einnimmt. Dieses Erscheinungsbild einer Of-Lage ist in jedem Fall gekoppelt mit (1) hohen Gehalten mobiler organischer Substanzen (Abb. 32), (2) hohen Gehalten an freiem Alpha-Amino-N (biotische Aktivität(!), Abb. 32) und (3) einem ausgeprägten pH-Minimum (Abb. 32). Aus diesen Beobachtungen läßt sich schließen, daß die mobilen organischen Substanzen überwiegend in L- und Of-Horizonten unter mikrobiellem Einfluß entstehen, infolge zu geringer Gehalte an mehrwertigen Ionen allmählich verlagert werden und erst in den »Fällungslagen« wieder ausflocken.

4.3.6.5 Mullmoder-Renpetroskelettosol

Sind die Mineralisationsbedingungen besonders günstig (S-Exposition) und kommt es zudem episodisch zu Überrollung mit Kalkschutt (z.B. durch Steinschlag), bilden sich häufig Mullmoder-Renpetroskelettosole auf Dachsteinkalk unter montanen Buchenwäldern (Profil 31); die Skeletthorizonte werden 0,5 bis 1 m mächtig. Abb. 33 zeigt die Tiefenfunktionen wichtiger chemischer Kenngrößen, die einen für Mullmoder charakteristischen Verlauf nehmen (zur Interpretation vgl. Abschn. 4.3.3.1, subalpine Stufe und Abb. 17).

4.3.6.6 Tangelmör-Renskelettopetrosol

In Nischenlagen kann es auf Substrattyp (2) infolge überdurchschnittlicher Streuzufuhr zum Aufbau sehr mächtiger Humusprofile kommen. Profil 32 gibt ein Beispiel. Es liegt ein Tangelmör-Renskelettopetrosol vor, in dem man wie in der subalpinen Stufe drei Abschnitte unterscheiden kann (Abb. 34): (1) Umsatz der Blattstreu von Ln bis Od_{fh}; die Lagen werden zusammen ca. 20 cm mächtig, was auf hohen Streuanfall und trotz SO-Exposition und 30° Hangneigung auf stark verzögerten Umsatz hinweist. Wie in Profil 29 (Moder-Rendzina in Nischenlage) tritt sogar ein sekundäres Ligninmaximum in der Of-Lage auf. (2) Anreicherung von Wurzelresten in den Od-Lagen; die Tiefenfunktionen zeigen hier Cellulosemaxima, aber auch ausgeprägte Maxima an Glu_{TFE} sowie Lignin und im C/N-Verhältnis. (3) Fällungslagen: Die $\bar{x}Oh$, Ca-Horizonte weisen Maxima an mobilen organischen Substanzen sowie an EDTA-extrahierbaren mehrwertigen Ionen mit Ca-Dominanz auf; daneben findet sich wie für eine derartige Bodenform typisch infolge intensiver rezenter Durchwurzelung ein Cellulosemaximum, Lignin hingegen ist kaum mehr nachweisbar.

4.3.6.7 Mör-Renpetrosol

Insbesondere in Plateaulagen kommt es auf anstehendem Kalkfels ohne oder mit nur geringmächtiger (< 10 cm) Entfestigungszone bei Fehlen einer silikatischen Deckschicht (Substrattyp 3) auch unter Buchenwald durchwegs zur Bildung einer Mördecke. Profil 33 dient als Beispiel. Dieser Mör-Renpetrosol findet sich auf dem Plateau des Lattengebirges in 1250 m Höhe. Unter buchenbeherrschtem Mischwald trifft man ein fast 30 cm mächtiges Mörpaket an, das typische Od-Lagen aufweist (vgl. pH, C/N, Mn_E). Die O-C-Kontaktzone ist von

Kalkblöcken durchsetzt (ca. 50 % Skelettanteil), wird aber nur etwa 5 cm mächtig. Die Hauptwurzelzone liegt also wie für Mör und Tangelmör charakteristisch in organischen Horizonten.

4.4 Folgerungen

4.4.1 Initialstadien der Bodenbildung

Syroseme gelten als Initialstadien der Bodenbildung auf Festgestein (Scheffer/Schachtschabel 1982, S. 360), gekennzeichnet durch die Horizontfolge Ai - mCn; unter Ai ist nach Arbeitskreis für Bodensystematik (1982) ein lückig ausgebildeter mineralischer (!) Oberbodenhorizont zu verstehen, mit Humusgehalten bis 30 Gew.-%, jedoch geringmächtig entwickelt (< 2 cm). Gleich ob man sich diese oder die vorgeschlagene Ai-Definition (Abschn. 4.1.2.2) zu eigen macht, die Initialstadien der Bodenbildung auf Festgestein werden mit so definierten Böden nicht oder höchstens in Ausnahmefällen erfaßt. Gerade im Gebirge kann man den Beginn der Bodenentwicklung besonders gut studieren. Die vorgelegten Ergebnisse zeigen, daß unabhängig von der mineralischen Zusammensetzung des Festgesteins zunächst keineswegs Mineralbodenhorizonte entstehen - auch keine geringmächtigen und/oder lückigen, sondern daß sich organische Substanz ansammelt und man demnach primär lückig entwickelte L- und O-Lagen antrifft. Ob in einem nächsten Entwicklungsstadium die Bildung eines mineralischen Verwitterungshorizontes z.B. in der Reihenfolge Cv - Chv - Ahi - Ah möglich ist, hängt in erster Linie von der chemischen Zusammensetzung des Festgesteins ab.

Demnach lassen sich beispielsweise die ersten Stadien der Bodenentwicklung auf Kalkfels wie folgt beschreiben: Wo Pflanzen Fuß fassen (z.B. einzelne Moospolster) liegen Renpetrosole vor (kmCn als diagnostischer Horizont); L- und O-Lagen erreichen keine diagnostische Bedeutung. Als nächstes Stadium entwickelt sich ein Mull-Renpetrosol, später ein Moder-Renpetrosol, dann u.U. ein (Tangel-) Mör-Renpetrosol. Diese Bodenentwicklungsreihe findet man in allen (!) Höhenlagen. Nur wenn die Pedogenese wesentlich länger ungestört fortschreiten kann - u.z. Jahrtausende (nicht Jahrzehnte) wird ein Entwicklungsstadium erreicht, das in die Klassen Syroseme bzw. Tangelsyroseme einzureihen ist. Als diagnostischer Horizont tritt erstmals ein mineralischer Oberbodenhorizont auf. Im Zuge der Pedogenese reichern sich nun immer mehr Verlehmungsprodukte an; schließlich liegt das Rendzinastadium vor. Auf anstehendem Silikatgestein verläuft die Entwicklung analog: z.B. Ranpetrosol - Mull-Ranpetrosol - Moder-Ranpetrosol - (Tangel-)Mör-Ranpetrosol - (Tangel-)Mör-Ransyroseme - (Tangel-)Mör-Ranker.

Auch auf skelettreichen Lockersubstraten, die nicht zu sofortiger Verlehmung (z.B. infolge hohen Tonsteingehaltes) neigen, bilden sich zunächst Böden mit der Horizontfolge L - O - ICn; die Entwicklung zum Lockersyroseme verläuft in einem zweiten Abschnitt der Pedogenese, der wesentlich längere Zeit beansprucht.

Nur wenn Gesteine anstehen, die zu schneller Verlehmung neigen (z.B. Mergel- oder Tonsteine), oder Festgestein durch leicht verlehmdes bzw. verlehmt Substrat überdeckt (Äolikum, Geschiebelehm usw.)

bzw. Lockergestein damit durchsetzt ist, sind bereits die Initialstadien der Bodenbildung als Syroseme bzw. Lockersyroseme zu beschreiben; aus ihnen entstehen dann u.U. Mull-Syroseme bzw. Mull-Lockersyroseme, wenn sich organisches Material in einer L-Lage ansammelt. In den Lehrbüchern wird die Bodenentwicklung erst vom Stadium des Syrosems ab dargestellt: daß sich vor der Bildung eines mineralischen Ai-Horizontes organische Substanz getrennt in organischen Lagen ansammeln kann, dieser zweite keineswegs selten beschrittene Weg, wird nicht oder zu wenig deutlich hervorgehoben.

4.4.2 Die Begriffe Humusform, Auflagehumus und der Humustyp-Begriff des Verfassers

»Humusprofile mit gleicher Horizontfolge, ähnlicher Horizontbeschaffenheit (Textur, Gefüge), ähnlicher Horizontmächtigkeit und ähnlicher Art der Horizontbegrenzungen werden zu Humusformen als systematischen Einheiten zusammengefaßt ... Die Humusform soll ein integraler Ausdruck für den standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses sein« (Babel, Kreutzer, Ulrich, v. Zezschwitz, Zöttl, 1980).

Legt man diese Definition zugrunde, scheint es zwingend, wie vorgeschlagen, mit dem Begriff Humusform auch Angaben über das organische Ausgangssubstrat der Bodenbildung zu verbinden; denn in einem Fichtenwald treten L- und O-Lagen anderer Beschaffenheit auf als unter Buche. Auch im standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses gibt es trotz gleicher Horizontfolge und ähnlicher Mächtigkeit große Unterschiede: darauf verweisen schon die Arbeiten von F. H. Meyer (1960, 1962) und Bal (1970).

Ich vermeide bewußt den Begriff »(organische) Auflage« oder »Auflagehumus« (vgl. z.B. v. Zezschwitz 1976) und spreche nur von L- und O-Lagen im Bodenprofil. Die Bezeichnung Auflage scheint mir wenig glücklich: L- und O-Lagen sind nämlich integrale Bestandteile des Bodens und können damit per definitionem dem Boden nicht aufliegen. Behielte man die Trennung in »Auflage« und »Boden« bei, bestünden einige untersuchte Böden nur aus Auflage und wären damit keine Böden mehr.

Schließlich hat sich in meinen Untersuchungen nicht bewährt Humustypen (»Humusformen«) anhand der Übergangsschärfe vom organischen zum mineralischen Profilabschnitt zu unterscheiden. In O-mC-Profilen ist der Übergang naturgemäß extrem scharf, ohne daß durchwegs von Mör bzw. Rohhumus zu sprechen wäre. Andererseits gibt es Mör-Eisenhumuspodsole mit fließendem Übergang vom Odh zum Ahe (Profil 12; AeOdh: 3cm).

Im »standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses« (Babel et al., 1980, s.o.) lassen sich nach vorliegenden Ergebnissen drei Grundtypen unterscheiden:

(1) Böden, denen organische Lagen fehlen bzw. deren organische Lagen so lückig und/oder geringmächtig ausgebildet sind, daß ihnen keine diagnostische Bedeutung zuerkannt werden kann. Will man diesen Grundtyp an einem Standort eindeutig kennzeichnen, genügt die Angabe des jeweiligen Mineralbodentyps (z.B. Rendzina, Parabraunerde usw.), der in diesem Fall dem des Bodentyps gleicht (Abschn.

4.2.3); eine eigene Bezeichnung nur für die organische Substanz scheint überflüssig.

Voraussetzungen für das Auftreten von Grundtyp (1) sind: (a) geringer Anfall organischer Substanzen (z.B. infolge Ernteentzugs bei landwirtschaftlicher Nutzung oder infolge geringer Vegetationsdeckung) u./o. (b) hohe Mineralisationsleistung, u./o. (c) hohe Bioturbationsleistung bzw. hohe Einwirkung auf mechanischem Wege (Pflugarbeit, aber auch Peloturbation), und (d) Vorliegen eines zumindest physikalisch aufbereiteten mineralischen Substrates.

(2) Böden mit schwach gehemmter Zersetzung der anfallenden Sproßreste und damit Ausbildung von L-Lagen. Zur eindeutigen Benennung von Grundtyp (2) kombiniert man nach dem unterbreiteten Vorschlag Mull mit dem Namen des Mineralbodentyps (z.B. Mull-Rendzina).

(3) Böden mit gehemmtem Umsatz von Sproßresten und stark verzögertem Wurzelholzabbau; L- und Od-Lagen - letztere i.d.R. sehr mächtig - sind ausgebildet. Diesem Grundtyp angehörige Profile lassen sich durch Kombination von Mör mit dem Mineralbodentyp eindeutig kennzeichnen (z.B. Mör-Eisenhumuspodsol).

Ein möglicher vierter Grundtyp (Rohhumus als Humustyp) läßt sich z. Zt. noch nicht charakterisieren.

Ist der Humustyp Moder, so liegt eine Übergangsbildung zwischen Mull und Mör und damit kein eigener Grundtyp vor. Auch Alpenhumus (v. Leiningen 1908) und Tangelhumus (Kubiena 1953) können nicht als eigener Grundtyp gelten.

Aus obigen Ausführungen ist ersichtlich, daß die »Humusform« (i.S.v. Babel et al. 1980) zur Charakterisierung des standortstypischen Ablaufs des Zersetzungsprozesses eigentlich auch Angaben über das geologische Substrat und seine Umwandlung im Zuge der Pedogenese, also Mineralbodentyp und Mineralbodenform enthalten muß. Denn wie bereits Abschn. 4.3 zu entnehmen, steuert das anorganische Ausgangssubstrat an erster Stelle den standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses (vgl. Durchwurzelung des Mineralbodens: Ah gegenüber Ae, IC gegenüber mC). Diese Ergebnisse werfen die Frage auf, ob das Erstellen einer Systematik von Humusformen in der weitgespannten und überaus anspruchsvollen Definition von Babel et al. (1980) oder auch von Kubiena (1953) wirklich sinnvoll ist. Wäre es nicht besser, sich auf eine Systematik der Bodenformen zu »beschränken« oder vielleicht nur Humustypen zu systematisieren?

Probleme sehe ich bei getrennter Systematisierung von »Humusformen«, wie von Babel et al. (1980) angestrebt, vor allem auch deshalb, weil dadurch der Boden als unteilbares Ganzes zerlegt wird, u.z. in den eigentlichen Boden und die »Humusform«. Gerade diese Einheit möchte ich mit dem Vorschlag einer »binominalen Nomenklatur« für Bodentypen (Bodentyp = Mineralbodentyp + Humustyp) betonen.

Es empfiehlt sich ferner, Definitionen in der Bodensystematik nicht nominal zu fassen (z.B. Humusform = »integraler Ausdruck für den standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses«; Babel et al. 1980); diese Form

ist oft schwer verständlich und wird zu unterschiedlich interpretiert. Vielmehr sind operationale Definitionen anzustreben; d.h. die Definition muß exakt den Weg aufzeigen, wie man zu einem bestimmten durch die Definition erfaßten Begriff kommt. Beispiel: Der Humustyp wird erschlossen aus der Abfolge aller L- und O-Horizonte eines Bodenprofils, sofern sie diagnostische Bedeutung erlangen. Zu seiner Bestimmung sind folgende Schritte nötig: (1) morphologische, soweit nötig auch chemische Profilanalyse; (2) Benennung der Horizonte nach definierten Eigenschaften; (3) Ablesen des Humustyps aus dem Bestimmungsschlüssel. Ist der entsprechende Humustyp nicht erfaßt, muß der Schlüssel ergänzt werden.

Ich habe versucht, operationale Definitionen zu entwickeln, schrittweise vorzugehen und damit Nachvollziehbarkeit zu erreichen. Mit Hilfe des vorgelegten Konzepts dürfte eine Weiterentwicklung des natürlichen Systems der Böden, basierend auf Kubiena (1953), möglich sein, wenngleich vorliegende Untersuchung als »First Approximation« zu betrachten ist und manche Definitionen sicher noch einer Ergänzung bedürfen.

Zu S. 51:

Mör-Eisenhumuspodsol aus Kieselschiefern unter subalpinem Fichtenwald (Maßstab: 0,5 m); 1420 m NN, NNW-Exposition.



5 Zusammenfassung - Summary

Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten sind Gegenstand dieser Untersuchung. An umfassende Geländestudien mit detaillierter Gliederung und morphologischer Beschreibung der Profile schließt sich die chemische Kennzeichnung ausgedehnter Horizonte im Labor an. Sie beinhaltet Routineanalytik (pH, C, N, Carbonat; K_{Ba} (Ba = mit $BaCl_2$ extrahierbar), Mg_{Ba} , Ca_{Ba} ; Mn_E (E = EDTA-extrahierbar); Fe_{Ba} , Fe_E , Fe_O (O = Oxalat-extrahierbar); Al_{Ba} , Al_E , Al_O ; C_o) sowie die Bestimmung organischer Zellwandstoffe (Lignin, Cellulose, nichtcellulose Polysaccharide) und Zellinhaltsstoffe (Protein-N, freier Alpha-Amino-N).

Die Ergebnisse werden interpretiert im Hinblick auf:

- (I) Erarbeitung einer reproduzierbaren, objektiven Horizontansprache;
- (II) Überprüfung der systematischen Einordnung der Böden und Unterbreitung von Vorschlägen für eine eindeutige Nomenklatur;
- (III) Deutung von Bodengenese und ökologischen Eigenschaften.

(I): Folgende L- und O-Horizonte sind aufgrund morphologischer und chemischer Eigenschaften (Tab. 5) auszuscheiden: L_n (n = neu), L_v (v = verändert), L_d (d = dicht); Of , Oh_f , Of_h , Oh ; Odf (d = dicht), Odh_f , Odf_h , Odh ; Oh_{Me} (Me = organisch gebundene Metallionen, z.B. Ca, Fe, Al). Wichtige Mineralbodenhorizonte (Ah, Ai, Cv) werden ebenfalls aufgrund objektiv faßbarer chemischer Eigenschaften definiert (Tab. 7).

(II): Aus der Abfolge aller L- und O-Lagen, die mindestens 50 % Deckung und 0,5 cm Mächtigkeit aufweisen, wird der sog. Humustyp festgelegt (Mull, Moder, Mör, Rohhumus, Tab. 8). Da besonders mächtige organische Lagen die Eigenschaften der Pedosphäre vorrangig oder fast ausschließlich bestimmen, sollen obige Humustypbezeichnungen mit dem Präfix »Tangel-« kombiniert werden, wenn die Mächtigkeit von L- + O-Lagen 30 cm übersteigt (z.B. Tangelmoder). Aufgrund der Abfolge von A-, B- und C-Lagen im Bodenprofil, die diagnostische Bedeutung erlangen, wird auf den sog. Mineralbodentyp geschlossen (z.B. Renpetrosol, Renskelettosol, Rensyrosem, Renlockersyrosem, Rendzina, Lockerrendzina; Tab. 9). Die sprachliche Kombination von Humus- und Mineralbodentyp kennzeichnet eindeutig den Bodentyp (z.B. Mull-Rendzina).

Die Ergebnisse legen eine Erweiterung der Klassen der Böden der Bundesrepublik Deutschland (Mückenhausen 1977) nahe. Vorgeschlagen wird, O-C-Böden als Petrosole bzw. Skelettosole, O-Ai-C-Böden als Syrosem bzw. Lockersyrosem und O-Ah-C-Böden als Rendzinen (Pararendzinen, Ranker) bzw. Lockerrendzinen (Lockerpararendzinen, Lockerranker) zu definieren, je nachdem ob Fest-(mC) oder Lockergestein (IC) ansteht. Böden mit Tangelhumus sollte man in einer eigenen Abteilung »Tangelsole« zusammenfassen (Tab. 10).

Vergleicht man den unterbreiteten Nomenklaturvorschlag mit anderen Klassifikationssystemen, so gilt:

- (1) Vergleich mit Kubiena (1953): Genetisch und ökologisch wichtige Unterschiede zwischen einzelnen Bodentypen gehen aus den Bezeichnungen Kubienas (1953) nicht klar hervor; der Rendzina-Begriff Kubienas stimmt mit dem keines anderen Systems überein, das weltweite Geltung beanspruchen darf.
- (2) Vergleich mit Mückenhausen (1977) unter Zugrundlegung der neuen DBG-Nomenklatur (Arbeitskreis für Bodensystematik 1982): Wie bei Kubiena (1953) lassen die Bezeichnungen keine eindeutige genetische und ökologische Interpretation zu; viele untersuchte Böden sind nicht sinnvoll in die Systematik einzureihen, weil O-C-Böden dort nicht gesondert erfaßt werden.
- (3) Vergleich mit Duchaufour (1976): In der systematischen Einordnung zeichnet sich eine weitgehende Übereinstimmung mit dem hier unterbreiteten Vorschlag ab; Tangelsole werden jedoch nicht getrennt ausgeschieden.
- (4) Vergleich mit FAO-Unesco (1974): Viele der untersuchten Böden lassen sich nicht oder nicht sinnvoll klassifizieren. Ein »histic O horizon« - im Gegensatz zu »histic H horizon« nicht anhaltend vernäbt - müßte als diagnostic horizon eingeführt und dann eine Neuordnung vorgenommen werden.
- (5) Vergleich mit der Soil Taxonomy (1975): Der Informationsgehalt der Bezeichnungen bleibt weit hinter dem der hier vorgeschlagenen zurück, obwohl grundsätzlich alle Böden anzusprechen sind. Ohne Ergänzungen (z.B. »tangel epipedon« für unvernäbte, aus organic soil material bestehende Profilschnitte) und eine entsprechende Neufassung des Bestimmungsschlüssels bleibt die Interpretation der Bezeichnungen problematisch.

(III): Wichtige Ergebnisse zur Deutung von Bodengenese und ökologischen Eigenschaften lauten:

- (1) Im Verlauf der Bodenbildung auf anstehendem hochreinen Kalk und auf anstehendem quarzreichen Orthogneis sind keine prinzipiellen Unterschiede erkennbar, insbesondere nicht im standortstypischen Ablauf des Zersetzungsprozesses. In der O-C-Kontaktzone werden jeweils mobile organische Substanzen gefällt, u.z. auf Kalk wie in Ah-Horizonten von Rendzinen durch Ca, auf Gneis wie in Bh-Horizonten von Podsolen durch Fe und Al. Eine Verlagerung »saurer Humussole« erfolgt also auch in »Tangelrendzinen« i.S. Kubienas (1953). Infolge hoher Ca-Aktivität flocken mobile organische Substanzen auf Kalk besonders leicht und umfassend aus.
- (2) Wichtigste Voraussetzung für die Bildung mächtiger L- und O-Lagen (und damit von Tangelsohlen) ist das Fehlen eines verlehnten, nährstoffreichen und gut durchwurzelbaren mineralischen Oberbodens; dem geologischen Substrat kommt somit eine Schlüsselrolle zu, Klima (Exposition, Niederschlag) und Vegetation sind von zweitrangigem Einfluß. Unter montanen Buchenwäldern findet man dieselben Bodentypen wie unter subalpinem Fichtenwald.

- (3) Initiale Bodenbildungen lassen sich keinesfalls durchwegs mit einer Ai-C-Horizontfolge beschreiben; vielmehr sammelt sich häufig vor Bildung eines mineralischen Ai-Horizontes organische Substanz getrennt in organischen Lagen an, ein O-C-Stadium geht also einem (O)-Ai-C-Stadium voraus.
- (4) Drei Grundtypen des standortstypischen Ablaufes des Streuzersetzungsprozesses sind im Untersuchungsgebiet feststellbar: Grundtyp 1 umfaßt Böden ohne L- und O-Lagen. Grundtyp 2 betrifft Böden mit (schwach) verzögerter Zersetzung anfallender Sproßreste; L-Lagen sind ausgebildet. Böden mit verzögerter Zersetzung anfallender Sproßreste und starker Verzögerung im Umsatz von Wurzelholz lassen sich Grundtyp 3 zuordnen. Die Profile weisen L- und dicht aggregierte O-Lagen auf, für die insbesondere hohe Ligningehalte kennzeichnend sind.

This paper deals with soils on carbonate rich parent material, developed under forests of montane and subalpine ranges in the Alpenpark Berchtesgaden, which are nearly uninfluenced by man. After extensive field studies including detailed differentiation and macromorphological description of the profiles the following analytical determinations were made: pH, C, N, carbonate, K_{Ba} ($Ba = BaCl_2$ -extractable), Mg_{Ba} , Ca_{Ba} , Mn_E ($E = EDTA$ -extractable); Al_{Ba} , Al_E , Al_O ($O = oxalate$ -extractable); Fe_{Ba} , Fe_E , Fe_O ; C_o ; cellulose, noncellulosic polysaccharids, lignin, protein-N, free alpha-amino-N.

The interpretation of the results aims at

- (I) elaboration of a reproducible objective determination of single horizons;
- (II) checking of soil classification and elaboration of proposals for a unequivocal nomenclature;
- (III) interpretation of soil genetics and ecological properties.

(I): The following L- and O-horizons are defined using macromorphological and chemical properties (table 5): Ln ($n = new$), Lv ($v = varied, altered$), Ld ($d = dense$); Of, Ohf, Ofh, Oh; Odf ($d = dense$), Odhf, Odh, Odh; Oh, Me ($Me = metallion(s), e.g. Ca, Al, Fe, bound to organic substances$). Mineral horizons (Ah, Ai, Cv) are defined using chemical properties, too (table 7).

(II): From the sequence of all L- and O-horizons, which at least have a thickness of 0,5 cm and cover 50 % or more of the area, the »humustype« is determined (Mull, Moder, Mör, Rohhumus; table 8). The name of the humustype is combined with »tangel-« (e.g. Tangelmoder), if L and O layers reach a thickness of 30 cm or more.

From the sequence of all mineral horizons the »mineral soiltype« is determined (table 9). By combination of humustype + mineral soiltype the soiltype may be defined unequivocally.

According to the results the number of classes in the system of soils of the Federal Republic of Germany (Mük-

kenhausen 1977) should be enlarged. It's proposed to define O-mC-soils as Petrosols, O-IC-soils as Skelettosols, O-Ai-mC-soils as Syrosemes, O-Ai-IC-soils as Lokkersyrosemes, O-Ah-mC-soils as Rendzinas (Pararendzinas, Rankers) and O-Ah-IC-soils as Lockerrendzinas (Lockerpararendzinas, Lockerrankers). Soils showing »tangel« should be integrated in a new Abteilung Tangelsoils.

Other classifications are compared with this new proposal:

- (1) Comparison with Kubiena (1953): important genetic and ecological differences between single soiltypes may not be derived from Kubiena's names. The term Rendzina of Kubiena only partly harmonizes with the term Rendzina in other soil classifications (Duchaufour 1976; FAO-Unesco 1974; Soil Taxonomy 1975).
- (2) Comparison with Mückenhausen (1977), using the horizon definitions of the Arbeitskreis für Bodensystematik (1982): as for Kubiena (1953) the names do not allow an unequivocal interpretation. Moreover O-C-soils can not be determined.
- (3) Comparison with Duchaufour (1976): the classification agrees broadly with the new proposal; but Tangelsoils are not separately classified.
- (4) Comparison with FAO-Unesco (1974): many of the soils examined can not be classified satisfactory. A »histic O horizon« - never saturated with water for more than a few days - should be introduced as new diagnostic horizon.
- (5) Comparison with the Soil Taxonomy (1975): soil names are by far less informative than the proposed ones; but all soils may be classified. In addition a »tangel epipedon« should be established, consisting of organic soil material but never saturated with water for more than a few days.

(III): Concerning soil genetics and ecological properties the following results should be mentioned:

- (1) Soil development on pure solide limestone and on solide gneiss shows no basic differences, especially regarding the course of litter decomposition. In the O-C-contact-layers mobile organic substances are precipitated: on solide limestone as well as in the Ah-layer of Rendzinas by Ca, on solide gneiss as well as in the Bh-layer of Podsolis by Al and Fe.
- (2) Basic requirement for the formation of thick L- and O-layers is the missing of a loamy, nutrient-rich mineral epipedon, which can be penetrated by roots easily. Climate and vegetation are less important. Under montane beech forest the same soiltypes appear as under subalpine needle forest.
- (3) The first stages of soil development can not be described by a Ai-C-sequence in any case. On the contrary often organic material accumulates in organic layers prior to the formation of a mineral A horizon. A O-C-stage may precede the (O)-Ai-C-stage.

- (4) Concerning the course of litter decomposition three basic types were found in the Alpenpark:
- (a) Soils without L- and O-layers.
 - (b) Soils showing a week delay in the decomposition of leaf residues; L-layers are developed.
 - (c) Soils showing a delay in the decomposition of leaf residues and a marked delay in the decomposition of root residues. L- and in addition densely aggregated O-layers are developed, which have high lignin contents.

6 Dank

Mein Dank gilt an erster Stelle Herrn Prof. Dr. W. Zech für die Überlassung des Themas, zahllose wertvolle Hinweise und stete Förderung. Viele Anregungen erhielt ich auch von den Herren Prof. Dr. K. E. Rehfuss, Prof. Dr. K. Kreuzer, Dr. O. Wittmann und Dr. B. M. Wilke sowie den Mitgliedern des Arbeitskreises für Waldhumusformen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, die ich in meinem Arbeitsgebiet führen durfte. Fr. M. Detzer half gewissenhaft im Labor. Herr Prof. Dr. M. A. Geyh führte ¹⁴C-Analysen durch. Herr Th. Engelbrecht fertigte die Abbildungen.

Allen Damen und Herren danke ich verbindlichst, nicht zuletzt auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung.

Für freundliches Entgegenkommen, Arbeits- und Fahrerlaubnis bin ich ferner den Herren Forstdirektoren Dr. H. Zierl, Dr. J. Reindl und Dr. G. Meister sowie ihren Mitarbeitern zu Dank verpflichtet.

7 Literaturverzeichnis

ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE, 1971: Kartieranleitung; 169 S., Hannover

ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSTEMATIK, 1982: Eine Quantifizierung der Bodenhorizonte mit Symbolen; *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, 32 Vorabdruck

BABEL, U., 1971: Gliederung und Beschreibung des Humusprofils in mitteleuropäischen Wäldern; *Geoderma*, 5, 297-324
-, 1972: Moderprofile in Wäldern; *Hohenheimer Arbeiten* 60, 120 S., Stuttgart

BABEL, KREUTZER, ULRICH, V. ZEJSCHWITZ, ZÖTTL, 1980: Definitionen zur Humusmorphologie der Waldböden; *Z. Pflanzenernähr., Bodenkd.*, 143, 564-568

BACH, R., 1950: Die Standorte jurassischer Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden (Humuskarbonatböden und Rendzinen); *Ber. Schweizer Bot. Ges.*, 60, 51-152

BAL, L., 1970: Morphological investigation in two moderhumus profiles and the role of the soil fauna in their genesis; *Geoderma*, 4, 5-36

BAUER, F., 1964: Kalkabtragungsmessungen in den österreichischen Kalkalpen; *Erdkunde*, 18, 95-102

BETHKE, SANTI, FREI, 1974: Data-pair technique, a new approach to quantitative thin-layer chromatography; *J. Chromatogr. Sci.*, 12, 392-397

BLASER, P., 1980: Der Boden als Standortfaktor bei Aufforstungen in der subalpinen Stufe; *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Mitteilungen*, 56/3, 529-611

BLUME, H.-P., 1966: Die Charakterisierung von Humuskörpern durch Streu- und Humus-Stoffgruppenanalysen unter Berücksichtigung ihrer morphologischen Eigenschaften; *Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkd.*, 111, 95-114

BOCHTER, R., 1981: Humus- und Bodenformen der montanen und subalpinen Stufe des Alpennationalparks Berchtesgaden; *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, 32, 593-598

-, 1982a: Exkursionsführer zur Humusformenexkursion ins Berchtesgadener Land. Arbeitsdefinitionen, Profilbeschreibungen. Arbeitskreis für Waldhumusformen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft; als Manuskript vervielfältigt

-, 1982b: Exkursionsführer zur bodenkundlichen Exkursion in das Spitzinggebiet; Arbeitsdefinitionen, Profilbeschreibungen; *Kom. V der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*; als Manuskript vervielfältigt

BOCHTER, NEUERBURG, ZECH, 1981: Humus und Humuschwund im Gebirge; *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte* 2, 110 S.

BOTTNER, P., 1972: Evolution des sols en milieu caronaté. Thèse Doc. Etat, Fac. Sci Montpellier. *Mémoire n°3, Sciences géologiques, Strasbourg*, 156 pages

BRUCKERT, S., 1970: Influence des composés organiques solubles sur la pédogenèse en milieu acide. Thèse Doc. Etat, Univ. Nancy. *Ann. Agron.*, 21(4) 421-452 et 21(6), 725-757

CHOULIARAS, N., 1976: Evolution de la matière organique dans une rendzine. Thèse Doc. Ing. Agr., Univ. Nancy, 109 p.

CHOULIARAS, VEDY, JACQUIN, 1975: Fractionnement et caractérisation de la matière organique dans les rendzines; *Bulletin de E.S.N.A.*, 17, 65-73

DBG Kom.V, 1982, s. Arbeitskreis für Bodensystematik

DIEZ, T., 1966: Die Böden; Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:25000, Bl. Pfronten, München, S.182-193

-, 1970: Die Böden; Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:25000, Bl. Ruhpolding, München, 142-152

DUCHAUFOR, Ph., 1973: Action des cations sur les processus d'humification; *Science du sol*, 3, 151-163

-, 1976: Atlas écologique des sols du monde; Paris, 178 S.

-, 1977: Pédologie - pédogenèse et classification; Paris, 477S.

DUCHAUFOR, BARTOLI, 1966: Note sur l'évolution des sols calcimorphes de l'étage montagnard humide; *Science du sol*, 2, 29-40

EBEL, GEITZ, KLARNER, 1980a: Einführung in die quantitative DC, Teil 1; *Kontakte*, 1/80, 11-16

-, 1980b: Einführung in die quantitative DC, Teil 2; *Kontakte* 2/80, 12-16

EBEL, GEITZ 1981a: Einführung in die quantitative DC, Teil 3 *Kontakte* 1/81, 44-48

-, 1981b: Einführung in die quantitative DC, Teil 4; *Kontakte* 2/81, 34-38

EBERMAYER, E., 1888, zit. aus Ehwald, 1956

EHWALD, E., 1956: Über einige Probleme der forstlichen Humusforschung insbesondere die Entstehung und die Einteilung der Waldhumusformen. *Deutsche Akademie für Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Sitzungsberichte*, Bd.V. H.12,2-44

EIBL, LANDS, 1969: A new sensitive determination of phosphate; *Anal. Biochem.*, 30, 51-57

ENDERS, G., 1979: Theoretische Topoklimatologie; *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte* 1,92 S.

FAO-UNESCO, 1974: Soil map of the world. Paris, 53 S.

FARMER, RUSSELL, BERROW, 1980: Imogolite and proto-imogolite allophane in spodic horizons: evidence for a mobile aluminium silicate complex in podzol formation. *Journal of Soil Science* 31, 673-684

FREI, JUHASZ, BACH, 1966: Bodenkarte der Schweiz 1:1000000, Erläuterungen zur Karte und zur Systematik der Böden der Schweiz. *Schweizer landwirtsch. Forsch.*, Jg.5, 537-551

GANSS, GRÜNFELDER (o.J.): Geologie der Berchtesgadener und Reichenhaller Alpen, Karlstein

GILOT, DOMMERGUES, 1967: Note sur le lithosol calcaire à mor de la station subalpine de la R.C.P.40; *Rev. Ecol. Biol. Sol*, T. IV, 3, 357-383

GRAČANIN, Z., 1962: Zur Genese, Morphologie und Mikromorphologie der Hangtorfbildung auf Kalksteinen in Kroatien. *Z. Pflanzenernähr. Düngung, Bodenkd.*, 98, 264-272

-, 1968: Ein Beitrag zur Kenntnis der Böden der natürlichen Fichtenwälder (*Picea excelsa* (Lam.) LK.) in Kroatien. In: Tüxen, R.(Hrsg.): *Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie*; Den Haag, Symposium 1963

-, 1972: Vertikale und horizontale Verteilung der Bodenbildung auf Kalken und Dolomiten im mittleren Abschnitt der Alpen. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, 15, 19-40

GUCKERT, A., 1973: Contribution à l'étude des polysaccharides dans les sols et de leur rôle dans les mécanismes d'agrégation. Thèse Doc. Etat, Univ. Nancy I, 124 p.

HANDLEY, W.R.C., 1954: Mull and mor formation in relation to forest soils. *Forestry Comm., Bull.* 23, London

JANIK, SCHILLER, 1960: Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjadalm. *Mitteilgn. österr. Bodenkundl. Gesellsch.*, H.4, 31-44

- JENNY, H., 1930: Hochgebirgsböden; in: Blanck, E. (Hrsg.): Handbuch der Bodenlehre, Bd.III, 96-118, Berlin
- KLAUS, R., 1979: Quantitative DC-Analyse von Zuckern, Zuckersäuren und Polyalkoholen. Kontakte 3/79, 24-27
- KÖSTLER, MAYER, 1974: Wälder im Berchtesgadener Land. Hanns-Seidel-Stiftung München, 42S.
- KREUTZER, FOERST, BAUM, 1978: Exkursionsführer Humus-exkursion in die Oberpfalz; Arbeitskreis für Bodensystematik der Kom. V der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft; als Manuskript vervielfältigt
- KUBIENA, W., 1943: Entwicklung und Systematik der Rendzinen. Bodenkunde und Pflanzenernährung, 29, H 1-6, 108-119
- , 1948: Entwicklungslehre des Bodens, 71-79, Stuttgart
- , 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas; Stuttgart 392S.
- LAATSCH, W., 1957: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden; 4.Aufl., Dresden
- LEE, NUROK, ZLATKIS, 1979: Determination of glucose, fructose and sucrose in molasses by HPTLC. J. Chromatogr., 174, 187-193
- de LEENHEER (o.J.), zit. aus Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Aufl., S.47
- v. LEININGEN, W., 1908: Über Humusablagerungen in den Kalkalpen. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 6, H.11, 529-538
- , 1909a: Über Humusablagerungen in den Kalkalpen. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 7, 8-32
- , 1909b: Über Humusablagerungen in den Kalkalpen. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 7, 160-173
- , 1909c: Über Humusablagerungen in den Kalkalpen; Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 7, 270-273
- LEUENBURGER, R., 1949: Beitrag zur Kenntnis der Humuskarbonatböden und Rendzinen im Schweizer Jura. Diss. ETH Zürich
- LIPPERT, W., 1959: Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. Ber. Bayer. Bot. Ges. XXXIX, München
- MAYER, H., 1959: Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, H.30, München
- , 1961: Märchenwald und Zauberwald im Gebirge. Jb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpfl. u. -Tiere, 26, 22-37
- , 1966: Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes. Beih. z. Forstw. Cbl. 22, Hamburg
- MEYER, F.H., 1960: Vergleich des mikrobiellen Abbaus von Fichten- und Buchenstreu auf verschiedenen Bodentypen. Archiv für Mikrobiologie, 35, 340-360
- , 1962: Vergleichende Mikrobiologie und Mikromorphologie der Humusbildung eines Buchen- und Fichtenbestandes auf Basaltbraunerde. Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkd., 97, 234-243
- MIRCHINK, DEMKINA, 1977: Ecology of dark-colored fungi in litter. Moscow University Soil Science Bulletin, 32(3), 44-48
- MÜCKENHAUSEN, E. und Mitarbeiter, 1977: Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt am Main, 300 S.
- MÜLLER, VEDY, 1978: Morphoscopie et fractionnement des matières organiques des rendzines sur craie. Science du Sol, H.2, 129-144
- NEYROUD, SCHNITZER, 1975: The alkaline hydrolysis of humic substances. Geoderma, 13, 171-188
- OMANG, S., 1969: A rapid fusion method for decomposition and comprehensive analysis of silicates by atomic absorption spectrophotometry. Anal. Chim. Acta, 46, 225-230
- OTTOW, J.C.G., 1978: Chemie und Biochemie des Humuskörpers unserer Böden. Naturwissenschaften, 65, 413-423
- PALLMANN, RICHARD, BACH, 1948: Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10. Kongress des Internationalen Verbandes Forstlicher Versuchsanstalten, Zürich, 57-95
- SCHAEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1982: Lehrbuch der Bodenkunde; 11. Aufl., 442S., Stuttgart
- SCHAEFFER, WELTE, MEYER, 1960: Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine-Weser-Bergland). Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkd., 90, 18-36
- SCHLICHTING, BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum, Hamburg
- SCHNITZER, M., 1974: Alkaline cupric oxide oxidation of a methylated fulvic acid. Soil Biol. Biochem., 6, 1-6
- SCHVARTZ, Ch., 1975: Evolution des hydrosolubles de litières de Callune et de Hêtre au cours des processus d'humification. Thèse Doct. Ing., Univ. Nancy I, 81 p.
- SELVENDRAN, MARCH, RING, 1979: Determination of Aldoses and Uronic Acid Content of Vegetable Fiber. Anal. Biochemistry, 96, 282-292
- SOLAR, F., 1964: Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. Mitteln. österr. Bodenkundl. Gesellsch., H.8, 72 S.
- SOIL TAXONOMY, 1975. Agriculture Handbook 436, Soil Survey Staff. Washington
- SPITELLER, M., 1980: Kapillargaschromatographische Bestimmung von Zuckern unterschiedlicher Böden. Z. Pflanzenernähr., Bodenkd. 143, 720-729
- , 1981: Kapillar GC-MS von Huminsäureabbauprodukten eines Podsol. Z. Pflanzenernähr., Bodenkd., 144, 472-485
- STAHL, E., 1967: Dünnschichtchromatographie. Berlin, 979S.
- STEVENSON, CHENG, 1970: Amino acids in sediments: Recovery by acid hydrolysis and quantitative estimation by a colorimetric procedure. Geochimica et Cosmochimica Acta, 34, 77-88
- THIELE, K., 1978: Vegetationskundliche und pflanzenökologische Untersuchungen im Wimbachgries. Aus den Naturschutzgebieten Bayerns, H 1, München.
- TOUTAIN, F., 1974: Etude écologique de l'humification dans les hêtraies acidiphiles. Thèse Doc. Etat, Univ. Nancy I, 124p.
- TSCHERMAK, L., 1921: Alpenhumus (das Gesetz seiner Bildung). Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 47, 65-75
- WITTMANN, O., 1973: Die Böden. Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1:25000, Bl. Inzell, 109-120, München
- v. ZEJSCHWITZ, E., 1976: Ansprachemerkmale der terrestrischen Waldhumusformen des nordwestdeutschen Mittelgebirgsraumes. Geol. Jb., F3, 53-105
- v. ZEJSCHWITZ, PARNIEWSKI, 1979: Typische Humusformen des Pfälzerwaldes. Geol. Jb., F7, 45-85
- ZÖTTL, H., 1965a: Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe - I. Profilmorphologie. Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkd., 110, 107-115
- , 1965b: Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe - II. Chemisch-biologische Dynamik. Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkd., 110, 116-126

ANHANG I : ABBILDUNGEN UND TABELLEN

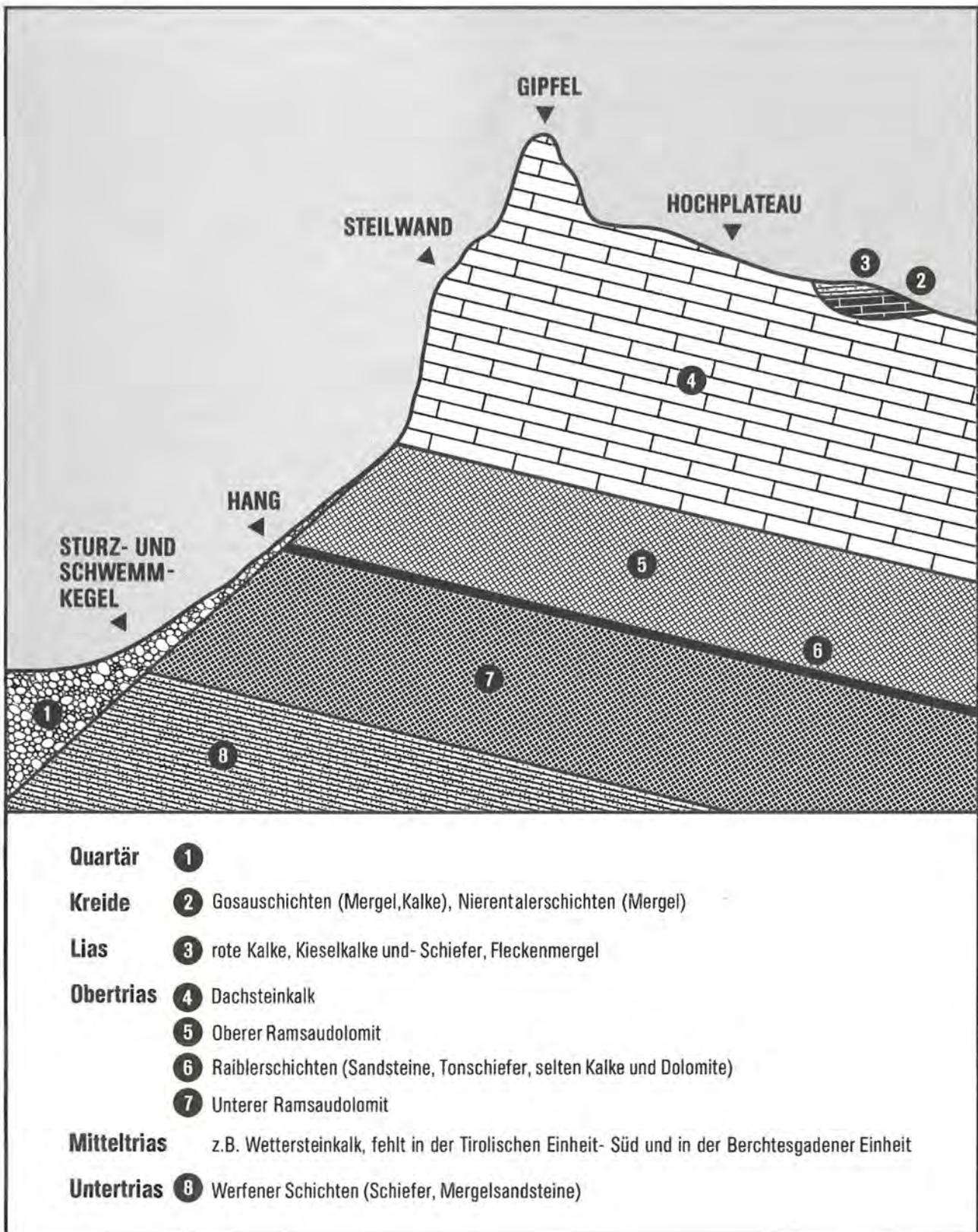
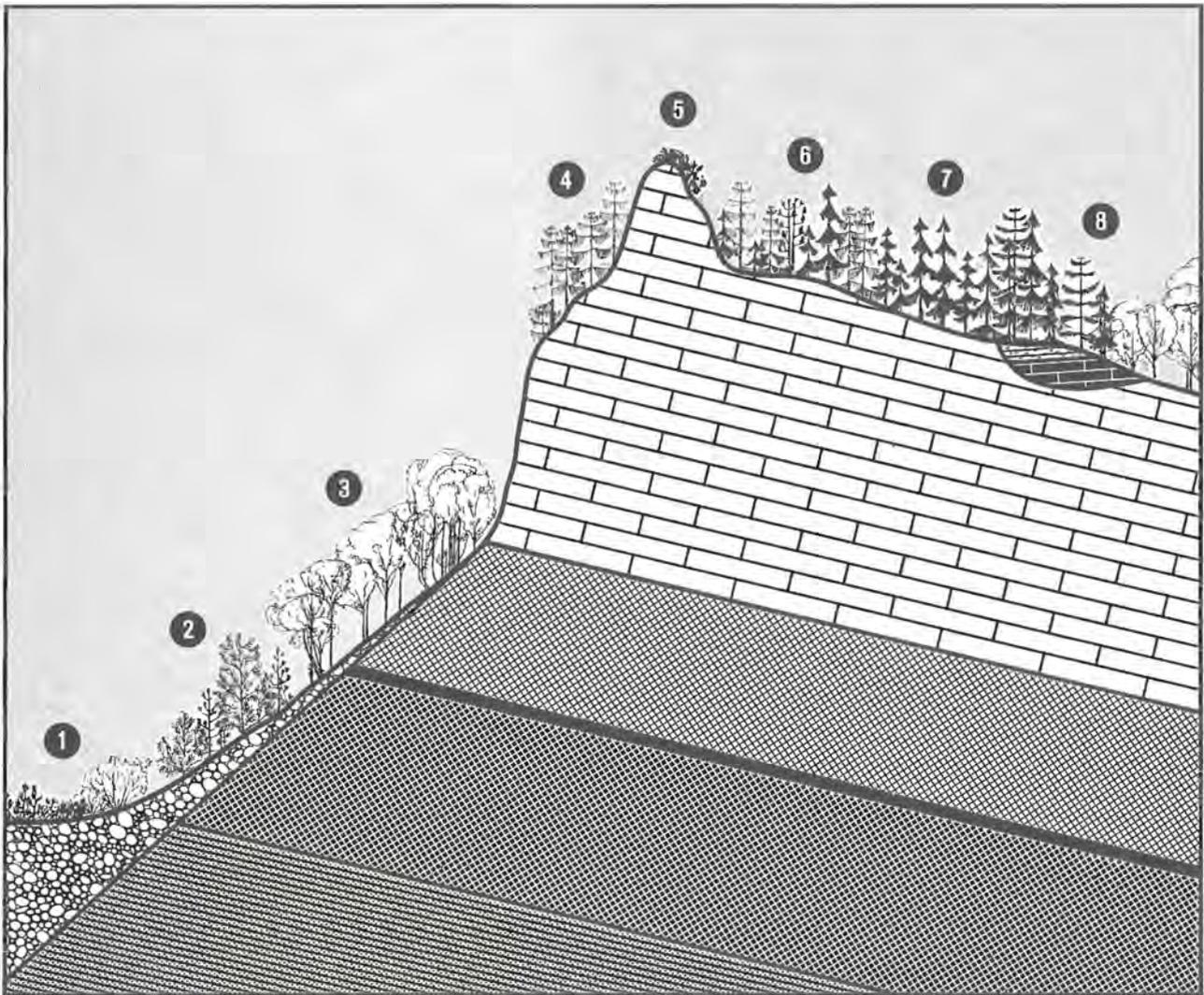


Abb.1: Geologie und Geomorphologie der Berchtesgadener Alpen



- 1 Übergangsgesellschaften (Gräser und Spaliersträucher-Latschenbusch-Spirkenwald)
- 2 zwergstrauch- und grasreiche Kiefernwälder
- 3 Buchen- beherrschte Mischwälder
- 4 Lärchen-Wiesen- Wälder
- 5 zwergstrauchreicher Latschenbusch
- 6 zwergstrauchreiche Zirben- Lärchen- Fichten- Wälder
- 7 zwergstrauchreiche Fichtenwälder
- 8 Tannen- Fichten- Buchen- Wälder

Abb.2: Naturnahe Vegetationsgesellschaften der Berchtesgadener Alpen—
soweit in die Untersuchung einbezogen

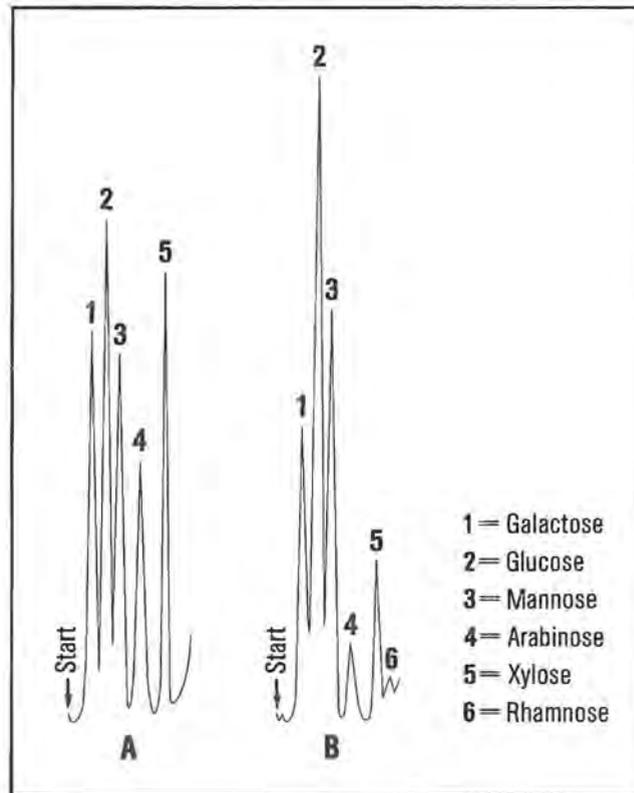


Abb.3

Zuckertrennung durch Hochleistungsdünnschichtchromatographie.
A= Standardmischung **B**= Bodenprobe (Oh eines Moders)

Tab.4 : Standardabweichungen und Wiederfindungsraten bei Zuckerbestimmungen im gesamten Analysengang - Hydrolyse mit Trifluoressigsäure; n = 5. Probe: Ofh-Horizont von Profil 17

	1 Galactose	2 Glucose	3 Mannose	4 Arabinose	5 Xylose
I Boden allein	1,78mg ± 0,11 (6%)	4,11mg ± 0,13 (3%)	1,45mg ± 0,05 (4%)	0,92mg ± 0,06 (7%)	1,02mg ± 0,09 (9%)
II Boden + Zusatz von 1mg aller Zucker	2,63mg ± 0,19 (7%)	4,95mg ± 0,03 (1%)	2,36mg ± 0,19 (8%)	1,79mg ± 0,13 (7%)	1,93mg ± 0,20 (10%)
IST-Wert (II)	2,63mg	4,95mg	2,36mg	1,79mg	1,93mg
SOLL-Wert (I + 1mg)	2,78mg	5,11mg	2,45mg	1,92mg	2,02mg
Durchschnitt- liche Abwei- chung	- 5%	- 3%	- 4%	- 7%	- 4%

Tab. 5 : Diagnostische Merkmale von L- und O-Horizonten

L-Lage: Sproßreste 90 - 100%, keine Durchwurzelung					
	Biegetest	Färbung	Aggregation		Chemische Kenngrößen (Routineanalytik)
Ln	Knick	braun, ev. z.T. grün Glanz	fehlt		ausgeprägte K_{Ba} - und Mg_{Ba} -Maxima
Lv	Bruch, z.T. Knick	matt braun, glanzlos	fehlt		
Ld	Bruch	graubraun bis braungrau	zu dichten Stapeln gepreßt (mind. 5 Einzelblatt- bzw. Nadellagen)		
O-Lage: Sproßreste <90%, Durchwurzelung möglich					
	Sproßreste (%)	Feinsubstanzfarbe (Ausstrich)	Größe dominierender Krümel (mm)	Test auf Dichtlagerung	Chemische Kenngrößen (Routineanalytik)
Of	90 - 50	dunkelbraun	<0,5 - 3	-	$Mn_E > 50 \mu g/g$ u./o. $pH > 4$
Ohf	50 - 30	"	"	-	"
Ofh	<30, ohne Suchen zu finden	"	"	-	"
Oh	nicht identifizierbar	"	"	-	"
Od ¹⁾	div. 1)	dunkelrotbraun (10R 2/3 bis 2,5YR 3/3)	<0,5	+	$Mn_E < 50 \mu g/g$ u. $pH < 4$ u. Mn_E -Minimum
Oh, Me ²⁾	div. 2)	Kalk, Dolomit: schwarz (10YR 1,7/1) bis dunkelbraun (7,5YR 2/2) Ca-arme Gesteine: dunkelbraun (7,5YR 2/2)	0,5-3	+ o. -	C_{O^-} , Me_{org} -Maximum

1) Je nach Sproßresten: Od_f, Od_hf, Od_h, Od_h

2) Me = Ca (Kalk), =CaMg (Dolomit), =AlFe (Gneis) usw.; je nach Sproßresten auch Of_h, Me; wenn Od-Bedingungen erfüllt auch Od_h, Me.

Tab. 6: Unterscheidung der Horizonte L, Of, Oh, Ah, Cv aufgrund der Bestandteile an Sproßresten, Humus, Verlehmungsprodukten und Skelettabrieb

Sproßreste	Humus	Verlehmungs- produkte	Gesteinsabrieb	Bezeichnungs- vorschlag
+++	(+)	-	-	L
++	++	-	-	Of
(+)	+++	-	-	Oh
-	++	++	(+)	Ah
-	(+)	(+)	+++	Cv

Tab. 7: Schlüssel zur Aus- und Unterscheidung von L-, O-, Ah-, Ai- und Cv-Horizonten und Übergangshorizonten auf carbonatreichem Substrat

Organische Substanz (Gew.-%)	Verhältnis Gesteinsabrieb (Kalk bzw. Dolomit, Gew.-%) zu Verlehmungsprodukten (silikatischer Rest, Gew.-%)	Bezeichnungs- vorschlag
≥ 60	keine diagnostische Bedeutung	L bzw. O ^{o)}
< 60 bis ≥ 45	$< 2 : 1$	AhO ^{o)}
	2 : 1 bis 5 : 1	AiO
	$> 5 : 1$	CvO
< 45 bis ≥ 30	$< 2 : 1$	O ^{o)} Ah
	2 : 1 bis 5 : 1	OAI
	$> 5 : 1$	OCv
< 30 bis 0,6-1,2 ^{*)}	$< 2 : 1$	Ah
	2 : 1 bis 5 : 1	Ahi
	$> 5 : 1$	Chv
$< 0,6 - 1,2^{*)}$	$< 2 : 1$	Av
	2 : 1 bis 5 : 1	Ai
	$> 5 : 1$	Cv

^{o)} Zusatzsymbole gemäß Tab.5 zu ergänzen

^{*)} Je nach Bodenart, vgl. Arbeitskreis für Bodensystematik (1982)

Tab. 8 : Definitionsvorschläge wichtiger Humusbildungen
(Humustypen)

Folge der L- und O-Horizonte ¹⁾	Humustyp
Ln - <u>Lv</u> ...	Mull
Ln - Lv - Ld - <u>Of</u> - Ohf o. Ofh ...	Mullmoder
Ln - Lv - <u>Ld</u> - <u>Of</u> - <u>Ohf</u> - <u>Ofh</u> - Oh ...	Moder
Ln - Lv - <u>Ld</u> - <u>Of</u> - <u>Odhf</u> - <u>Ödfh</u> - <u>Od</u> ...	Mör
Ln - Lv - <u>Ld</u> - <u>Of</u> - <u>Odhf</u> ...	Rohhumus

¹⁾ Geringfügige Abweichungen in der Horizontfolge ändern den Humustyp nicht; diagnostisch wichtige Horizonte sind unterstrichen. Über sehr skelettreichem Substrat oder anstehendem Fels kann zusätzlich eine O-C-Kontaktlage (Oh, Me; vgl. Tab. 5) ausgebildet sein.

Tab. 9 : Definitionsvorschläge wichtiger untersuchter Mineralbodentypen

Mineralbodenhorizonte ¹⁾	Mineralbodentyp
kmCn	Renpetrosol ²⁾
qmCn	Ranpetrosol ²⁾
k \bar{x} lCn	Renskelettosol ³⁾
Ai - kmCn	Rensyrosem
Ai - klCn	Renlockersyrosem
Ah \approx kmCn	Rendzina
Ah - klCn	Lockerrendzina

1) Andere Mineralbodenhorizonte fehlen oder es kommt ihnen keine diagnostische Bedeutung zu

2) Ren = rendzinaartig, basenreiches Gestein
Ran = rankerartig, basenarmes Gestein

3) Übergangsbildungen: \bar{x} lC 0,1 - 0,5m: Skelettopetrosol
 \bar{x} lC 0,5 - 1m : Petroskelettosol

Tab. 10 : Vorschlag für eine Neuordnung des morphogenetischen Systems

A Abteilung : Terrestrische Mineralböden

a	Klasse: Petrosole	$(L,O)^{\circ} - (1C) - mCn$
b	Klasse: Skelettosole	$(L,O) - (\bar{x}1C) - \bar{x}1Cn$
c	Klasse: Syroseme	$(L,O) - Ai - (1C) - mCn$
d	Klasse: Lockersyroseme	$(L,O) - Ai - (1C) - 1Cn$
e	Klasse: Rendzinaartige Böden	$(L,O) - Ah - (1C) - mCn$
f	Klasse: Rendzinaartige Lockerböden	$(L,O) - Ah - (1C) - 1Cn$

usw.

B Abteilung : Hydromorphe Mineralböden

C Abteilung : Tangelsole

a	Klasse: Tangelpetrosole	Tangellagen - $(1C) - mCn$
b	Klasse: Tangelskelettosole	Tangellagen* - $(\bar{x}1C) - \bar{x}1Cn$
c	Klasse: Tangelsyroseme	Tangellagen - $Ai - (1C) - mCn$
d	Klasse: Tangellockersyroseme	Tangellagen - $Ai - (1C) - 1Cn$
e	Klasse: Rendzinaartige Tangelsole	Tangellagen - $Ah - (1C) - mCn$
f	Klasse: Lockerrendzinaartige Tangelsole	Tangellagen - $Ah - (1C) - 1Cn$

usw. z.B. Klassen: Tangelpodsole, Tangelpseudogleye, Tangelstagnogleye, Tangelgleye

D Abteilung : Moore

°) () = Lage kann fehlen

Tab. 11 : Vergleich der vorgeschlagenen Neuordnung mit anderen Klassifikations-
systemen

Neuer Vorschlag	Kubiens (1953)	Mückenhausen (1977) und DBG Kom.V (1982)	Duchauffour (1976)	FAO-Unesco (1974)	Soil Taxonomy (1975)
x ^{o)} -Ren- petrosol	Mullartige Rendzina, Protorendzina	n.s.e. ^{*)}	Sol litho- calcique humifère à x	n.s.e., ev. Calcaric Regosol	Lithic Folist
x-Ren- skelettosol	Mullartige Rendzina, Protorendzina	Syrosem-Rend- zina, Mull- artige R., Kalkmoder-R.	Sol humo- calcique à x	Calcaric Regosol	Typic Folist (Entic F.)
x-Ren- syrosem	Mullartige Rendzina	Mullartige Rendzina, Kalkmoder-R.	Sol humo- calcaire à x	Calcaric Regosol	Inceptic Lithic Rendoll
x-Renlocker- syrosem	Mullartige Rendzina	Mullartige Rendzina, Kalkmoder-R.	Sol humo- calcaire à x	Calcaric Regosol	Inceptic Typic Rendoll
x-Rendzina	Mullrendzina	Mullrendzina	Rendzine humifère à x	Rendzina	Lithic Rendoll
x-Locker- rendzina	Mullrendzina	Mullrendzina	Rendzine humifère à x	Rendzina	Typic Rendoll
Tangel-x- Renpetrosol	Tangelrendzina (ev.dystroph)	n.s.e.	Sol litho- calcique humifère à x	n.s.e.	Lithic Folist
Tangel-x- Ren- skelettosol	Tangelrendzina (ev.dystroph)	n.s.e., ev. Tangelrendzina	Sol humo- calcique à x	n.s.e.	Typic Folist
Tangel-x- Ren- syrosem	Tangelrendzina (ev.dystroph)	n.s.e., ev. Tangelrendzina	Sol humo- calcaire à x	n.s.e.	Folic Inceptic Lithic Rendoll
Tangel-x- Ren- lockersyrosem	Tangelrendzina (ev.dystroph)	n.s.e., ev. Tangelrendzina	Sol humo- calcaire à x	n.s.e.	Folic Inceptic Typic Rendoll
Tangel-x- Rendzina	Tangelrendzina (ev.dystroph)	n.s.e., ev. Tangelrendzina	Rendzine humifère à x	n.s.e.	Folic Lithic Rendoll
Tangel-x- Lockerrendzina	Tangelrendzina (ev.dystroph)	n.s.e., ev. Tangelrendzina	Rendzine humifère à x	n.s.e.	Folic Typic Rendoll

^{o)} x = Humustyp

^{*)} n.s.e. = nicht sinnvoll einzuordnen

Tab. 12 : Die Bodenbildung auf Kalk- und Gneisbergsturzblöcken

Mächtigkeit (cm)	Mindestalter ^{o)} (Jahre)	Bodentyp auf Kalk	Bodentyp auf Gneis
2,5	30	Mullmoder- Renpetrosol	kein Beispiel
5-10	50 - 100	Moder-Ren- petrosol	Moder-Ran- petrosol
20	150 - 200	Mör- Renpetrosol	Mör- Ranpetrosol
35	700-1400 (¹⁴ C)	Tangelmör- Renpetrosol	Tangelmör- Ranpetrosol
60	2200-4500 (¹⁴ C)	Tangelmör- Renpetrosol ¹ (mächtig)	kein Beispiel

^{o)}

Die Altersangaben beruhen zum einen auf Schätzungen des Maximalalters der Vegetation, in den beiden letzten Fällen auf ¹⁴C-Analysen, durchgeführt im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (Prof. Dr. M.A. Geyh). Sie können und sollen nur einen sehr groben Anhaltspunkt bieten !

Die mit (¹⁴C) gekennzeichneten Werte beziehen sich auf Datierungen der Huminsäurefraktion der ältesten Horizonte (Oh,Ca) der Kalkprofile. Aufgrund der intensiven rezenten Durchwurzelung dieser Lagen, die offenbar im Analysengang nicht entfernt werden konnte, sind die Huminsäuren fast durchwegs älter als die Humine. Trotzdem wird aufgrund von Huminsäureinfiltration das wahre Alter weit unterschätzt. Holzkohledatierungen, zum Vergleich an einem anderen Profil im Alpenpark durchgeführt, legen nahe, das Alter der Huminsäurefraktion in etwa zu verdoppeln, um eine realistische Schätzgröße zu erhalten. Der Aussagewert der ¹⁴C-Bestimmungen bleibt also sehr begrenzt.

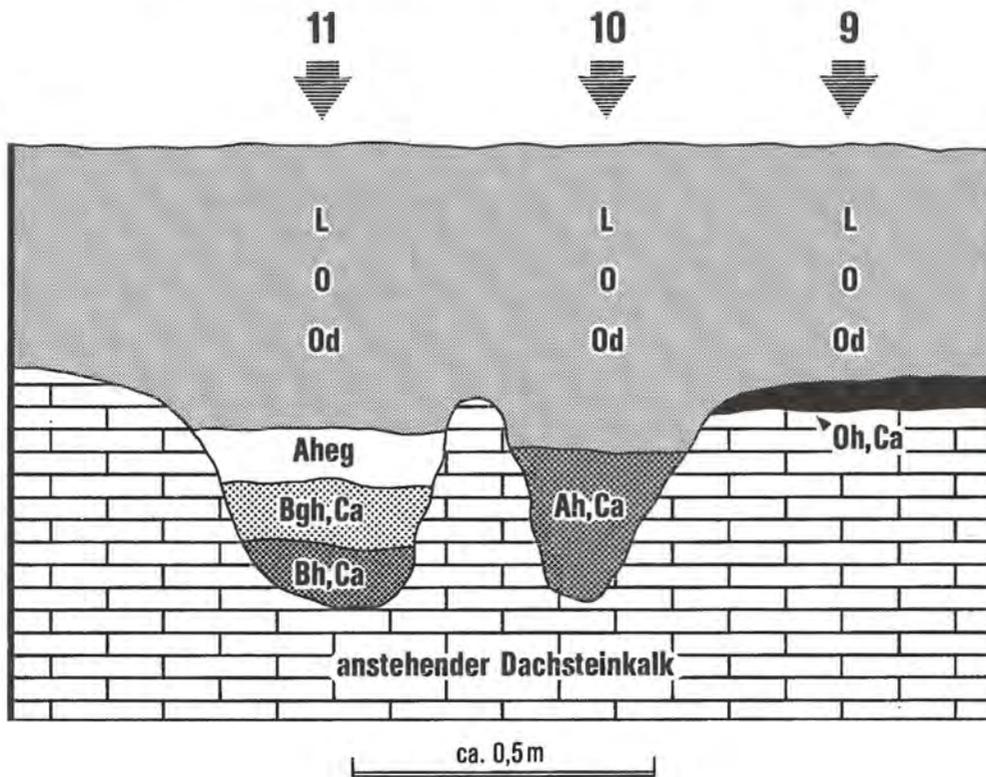
Doch könnte auch nach pollenanalytischen Untersuchungen von H.Mayer (1961), die am gleichen Standort - allerdings nicht am gleichen Profil(!) - durchgeführt wurden, ein Alter von 3000-4000 Jahren für eine Probe aus 60cm Tiefe anzunehmen sein.

Für den Gneisstandort liegen keine Datierungen vor.

Tab. 13 : Abhängigkeit der Mächtigkeit der Oh,Ca-Lagen
von der Solummächtigkeit von Petrosolen und
Tangelpetrosolen auf Dachsteinkalk

Solummächtigkeit (cm)	Mächtigkeit der Oh,Ca-Lage (cm)
2,5	0,5
7,5	1,5
20	3
35	6
60	8

Abb.14: LAGESKIZZE DER PROFILE 9, 10, 11



Tab. 15 : Die Bodenbildung auf Dolomitschutt (ohne silikatische Deckschicht)

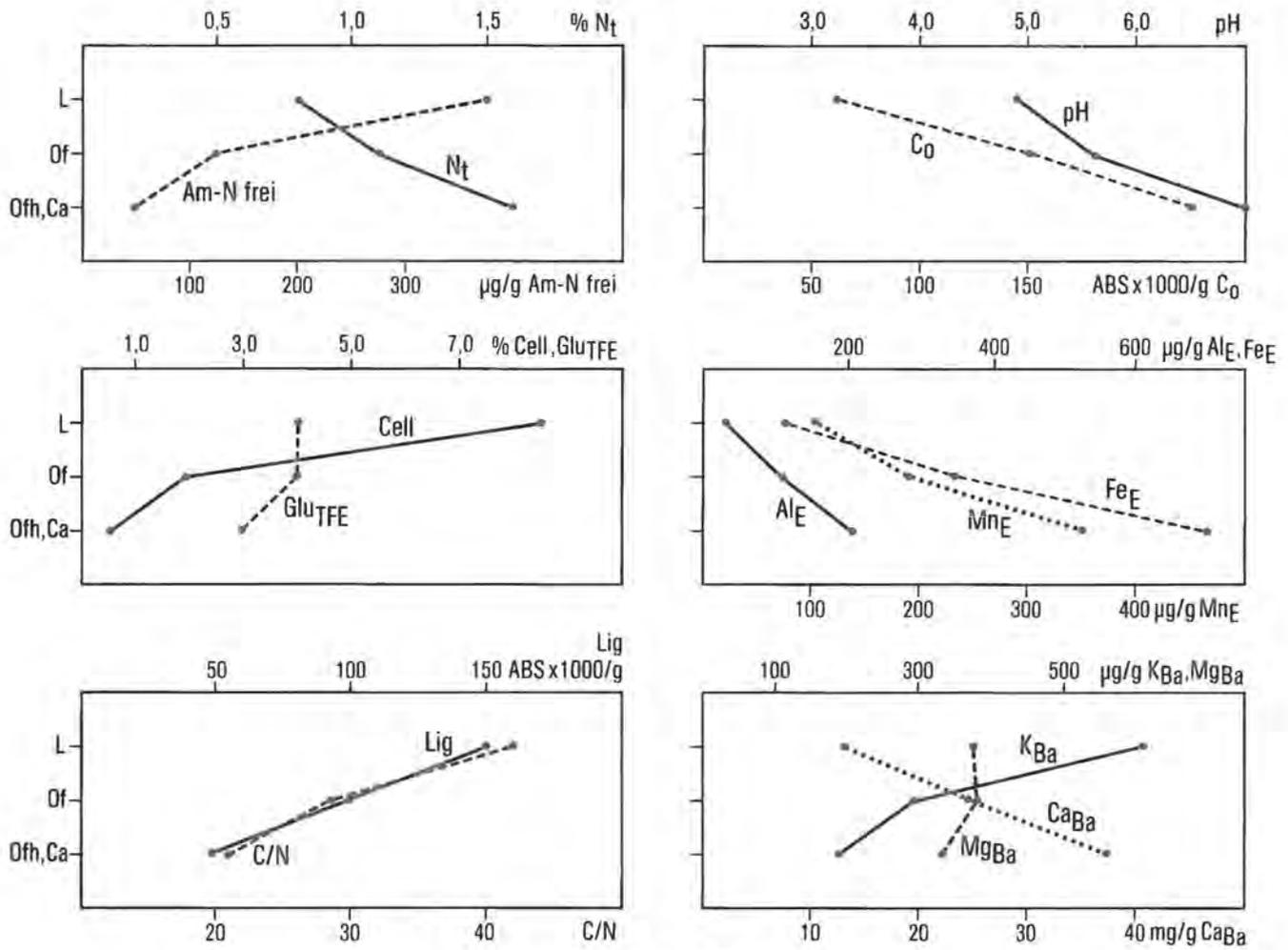
Mindestalter (Jahre)	Überschüttung mit Carbonaten	C-Vorrat (kgC/m ² im Solum)	Bodentyp
15	periodisch	0,8	Renskelettosol
50	periodisch bis episodisch	1,5	Mull-Renskelettosol
100	episodisch	4,8	Mullmoder-Renskelettosol
300	fehlt	13,1	Tangelmoder-Renskelettosol
1000-2000 (¹⁴ C) ^o	fehlt	32,9	Tangelmör-Renlockersyrosem (tangelskelettosolartig)

^o) Vgl. Fußnote Tab.12 !

Tab. 16 : Häufige Bodentypen unter montanen Buchen-beherrschten Mischwäldern

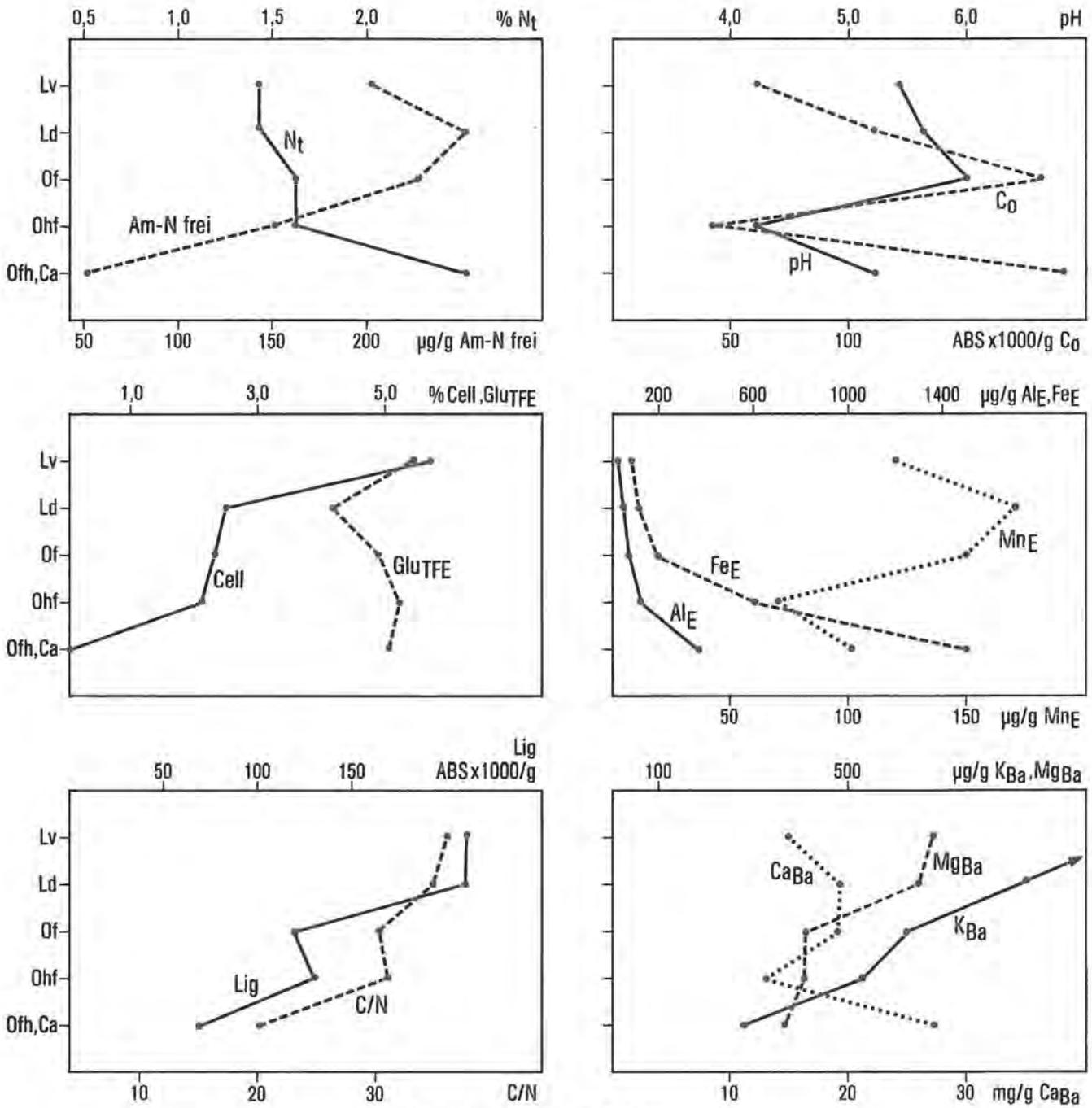
Substrattyp	Normalbedin- gungen	besonders gün- stige Minerali- sationsbedin- gungen u./o. häufige Über- rollung durch Carbonatge- stein	besonders ungün- stige Mineralisa- tionsbedingungen u./o. Nischen- lage (hoher Streu- anfall)
(1) = Ramsaudolo- mit durchsetzt u./ o. Überdeckt von silikatischem Material	Mullmoder- Rendzina	Mull-Rendzina	Moder-Rendzina
(2) = anstehender Dachsteinkalk mit Entfestigungszone o. Hangschutt- decke ohne sili- katisches Material	Moder-Ren- skelettopetrosol (ev. Tangelmoder)	Mullmoder- Ren- petroskelettosol	Tangelmör-Ren- skelettopetrosol
(3) = anstehender Dachsteinkalk ohne Entfestigungs- zone, ohne silika- tisches Material	Mör-Renpetrosol (ev. Tangelmör)	Mör-Renpetrosol	Tangelmör-Renpetro- sol (ev. mächtig)

Abb.17: MULLMODER-RENPETROSOL, Profil 1



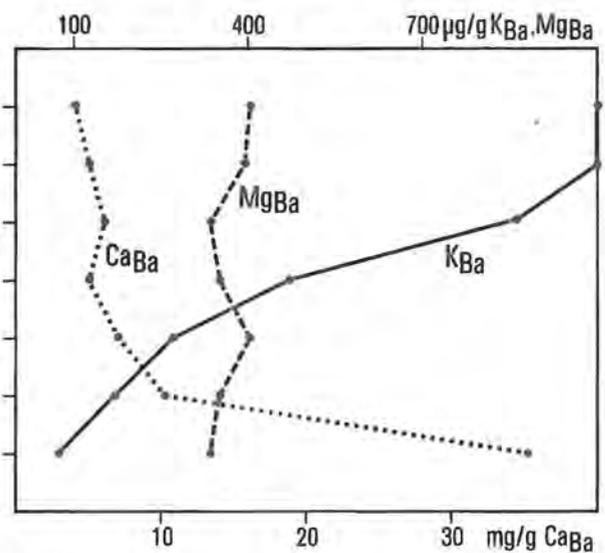
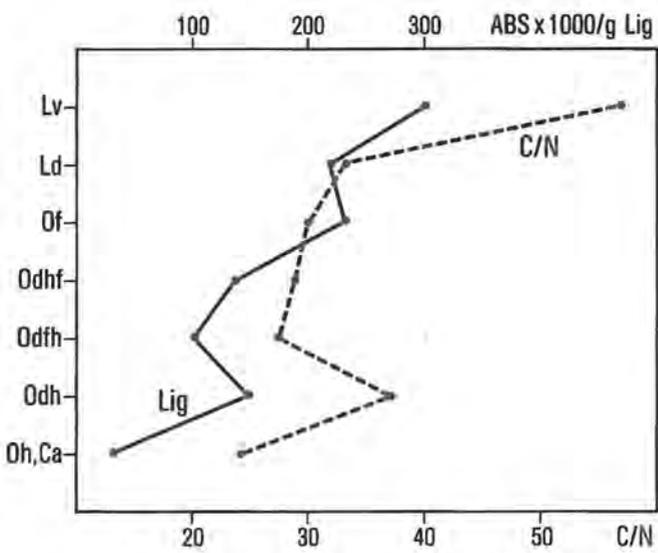
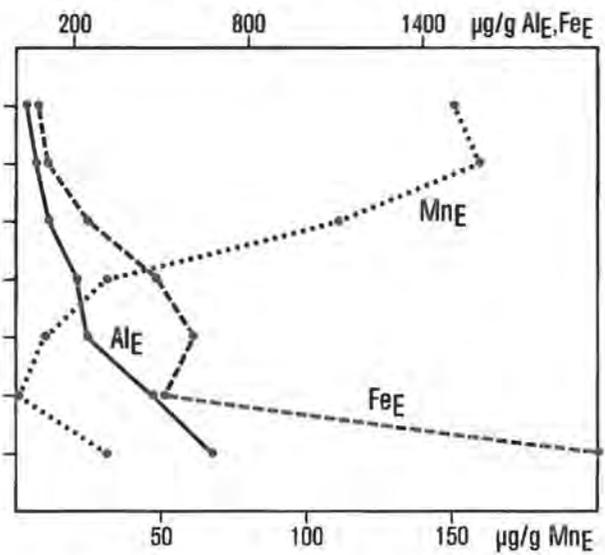
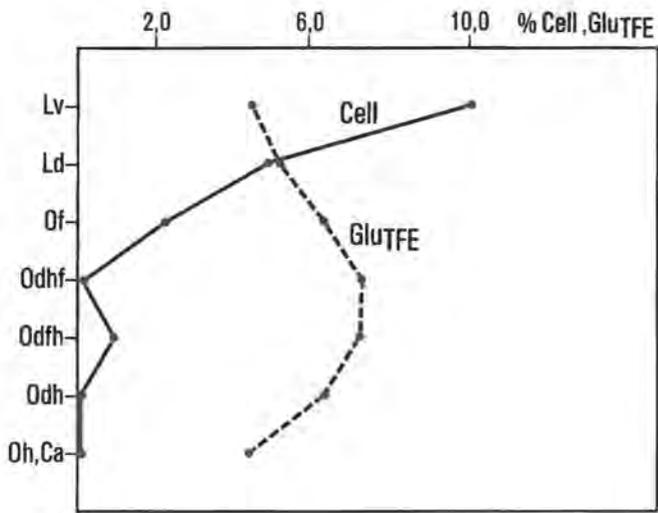
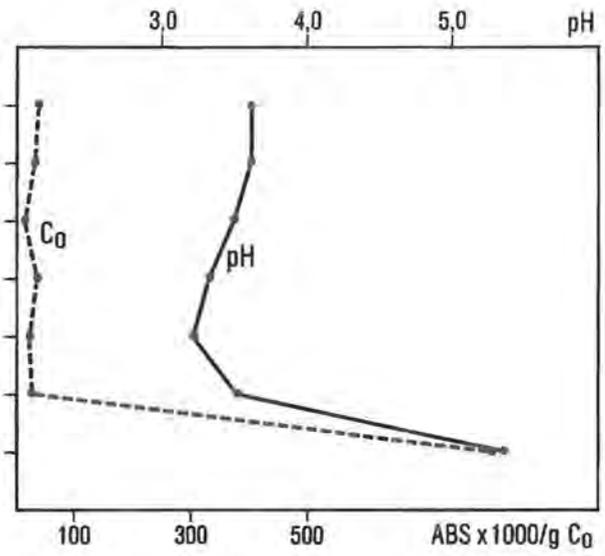
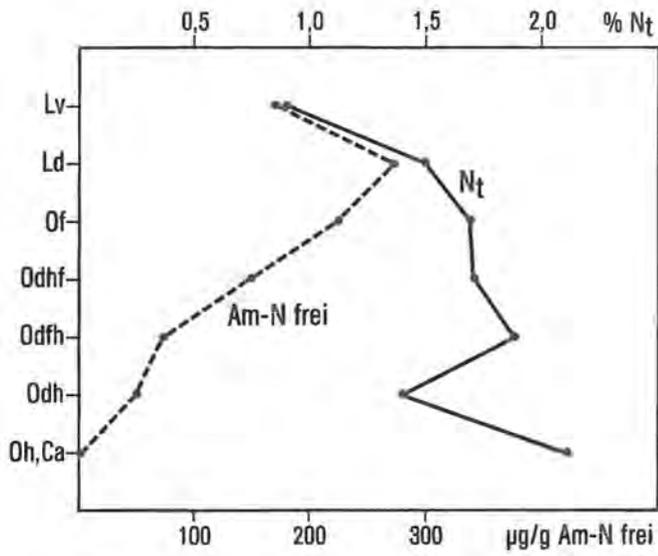
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.18: MODER-RENPETROSOL, Profil 2



Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb. 19: MÖR-RENPETROSOL, Profil 3



Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.20: TANGELMÖR-RENPETROSOL (mächtig), Profil 4

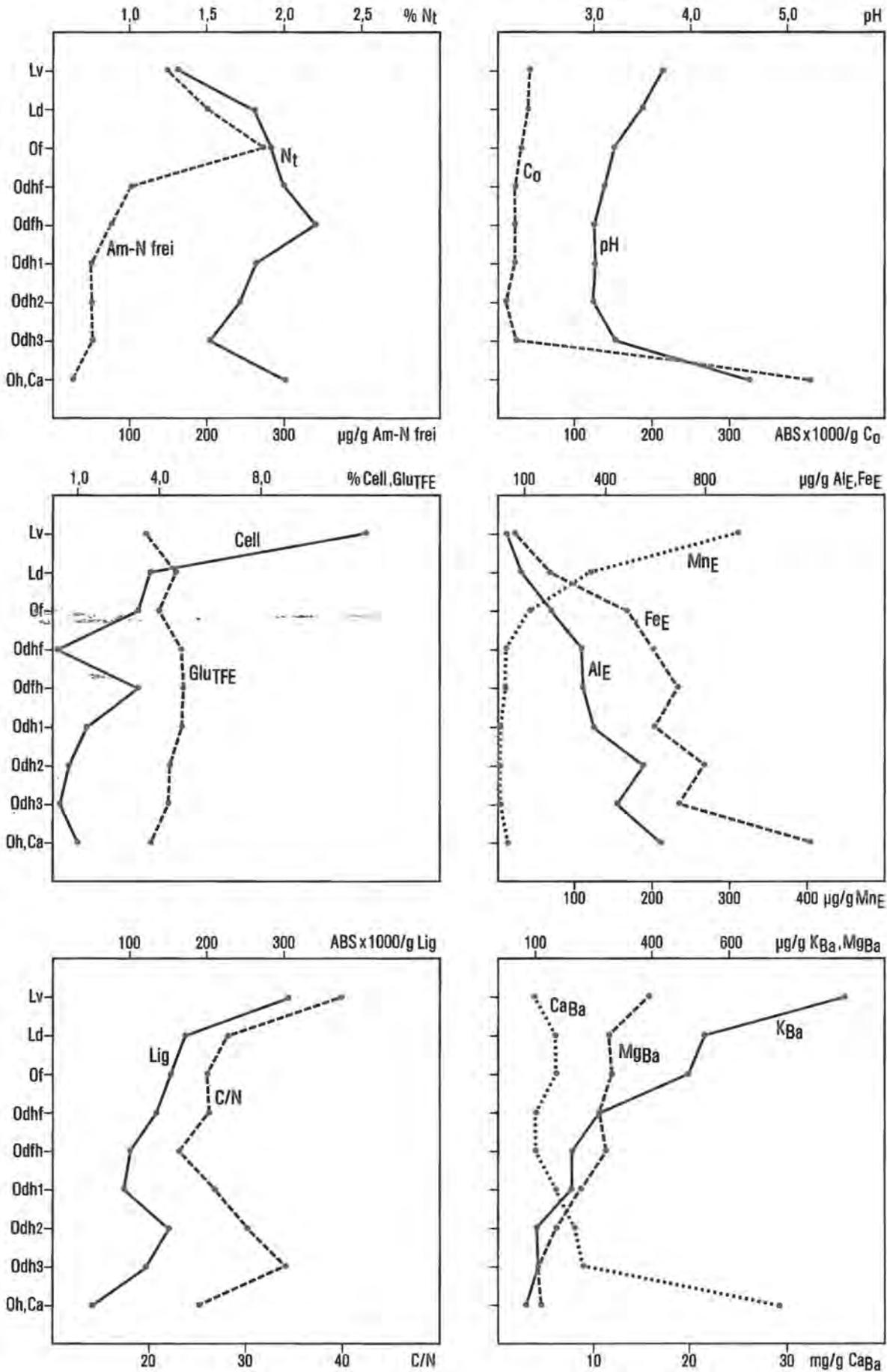
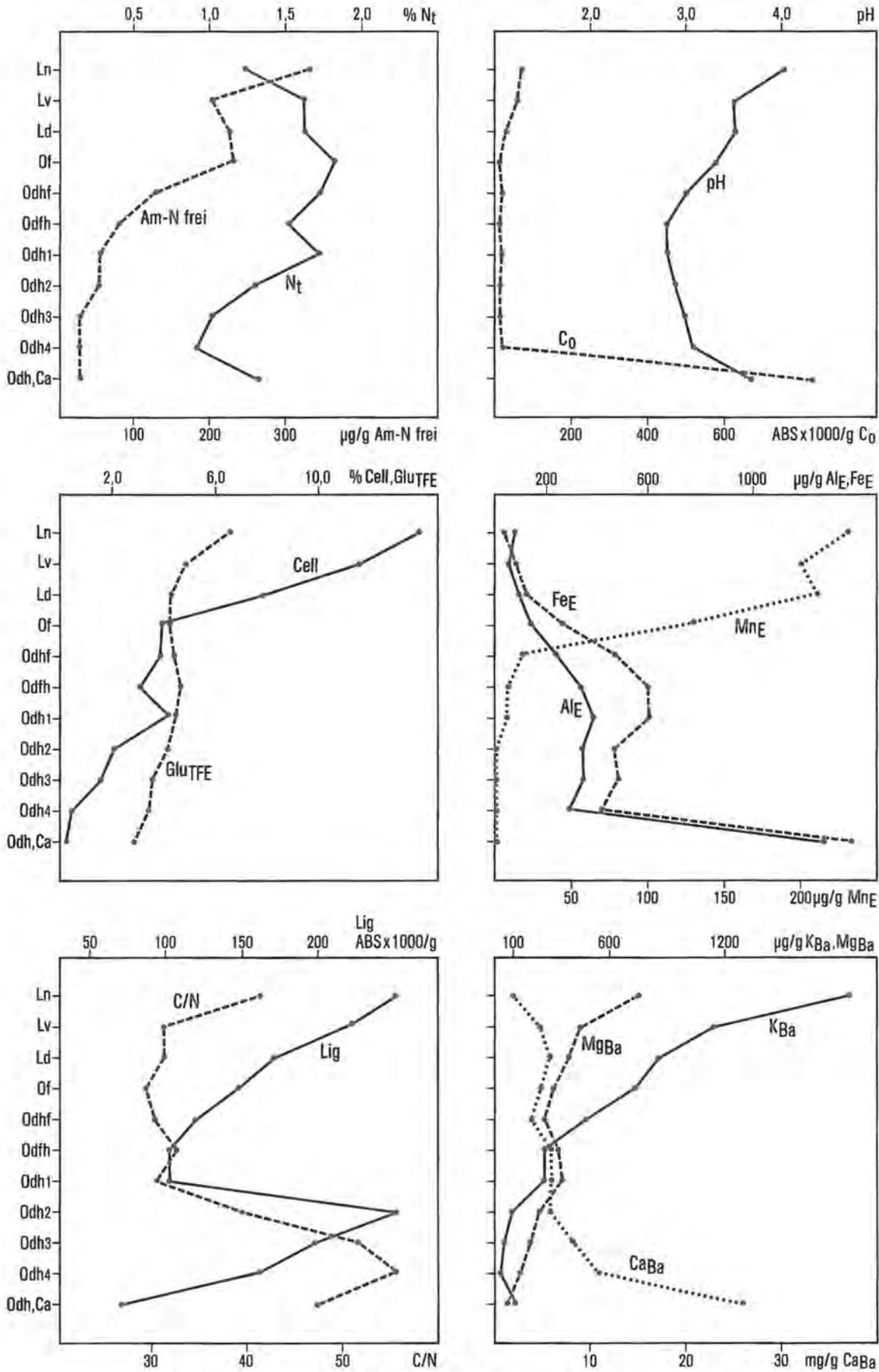
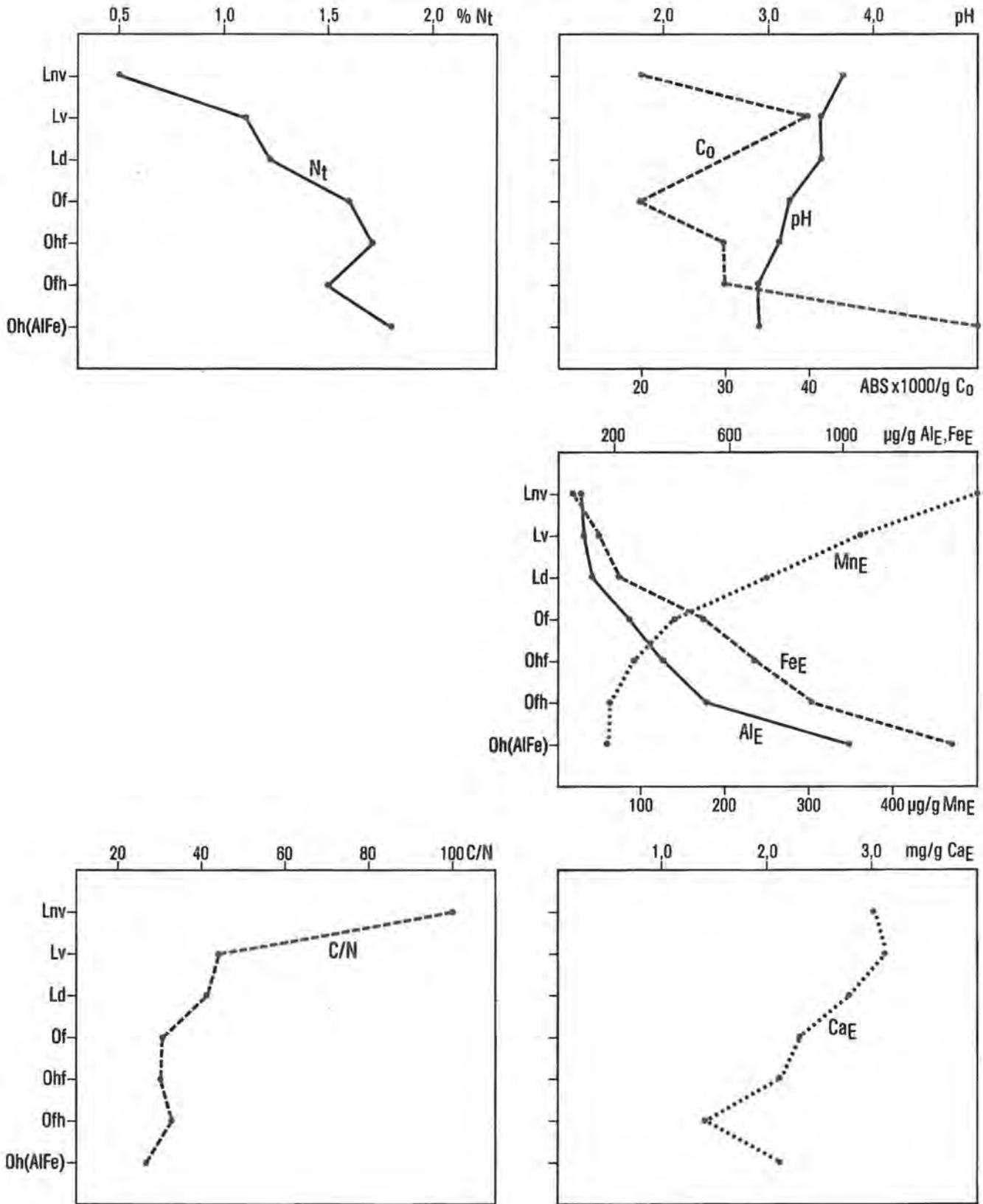


Abb.21: TANGELMÖR-RENPETROSOL (mächtig), Profil 5



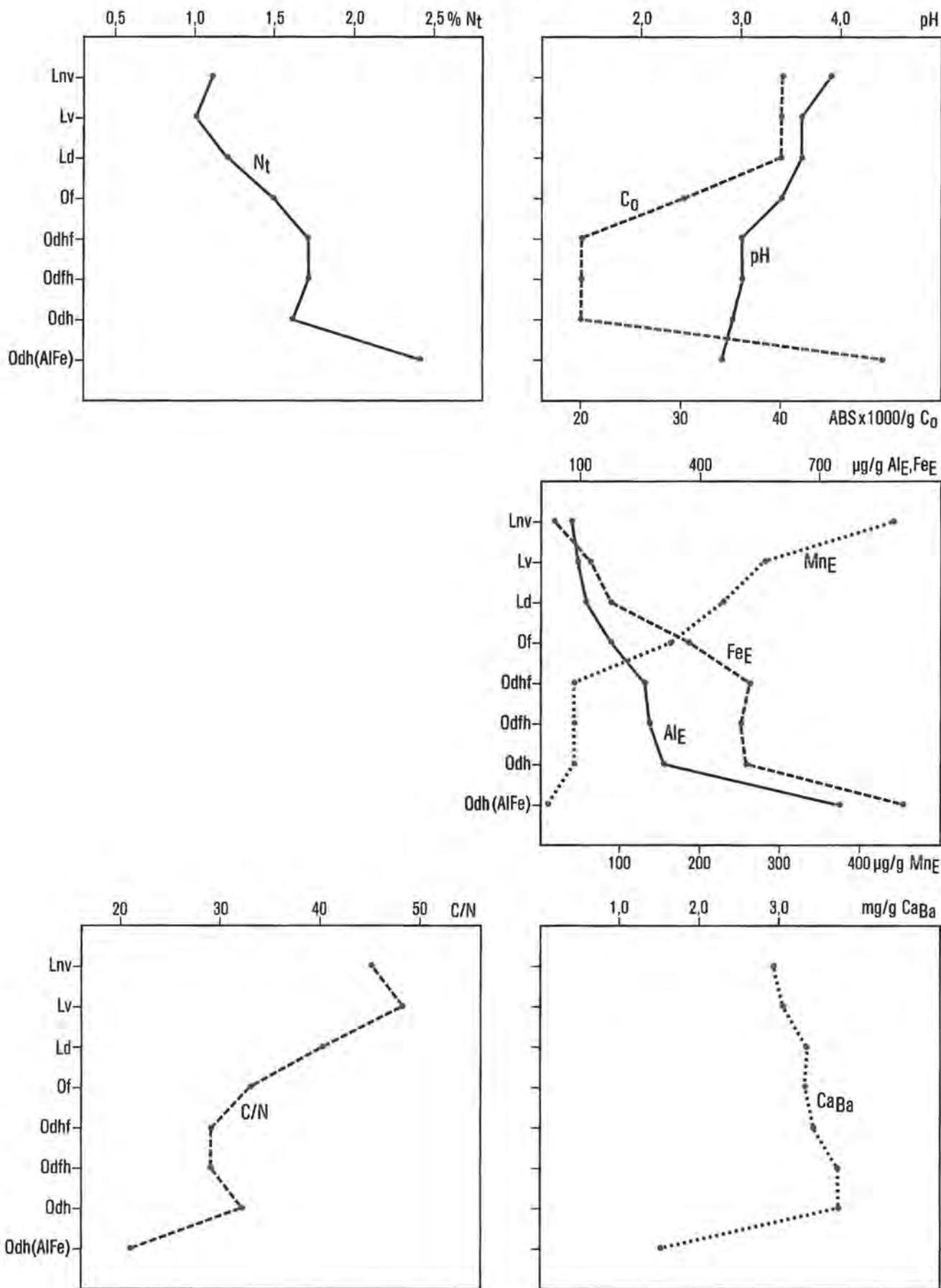
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.22: MODER-RANPETROSOL, Profil 6



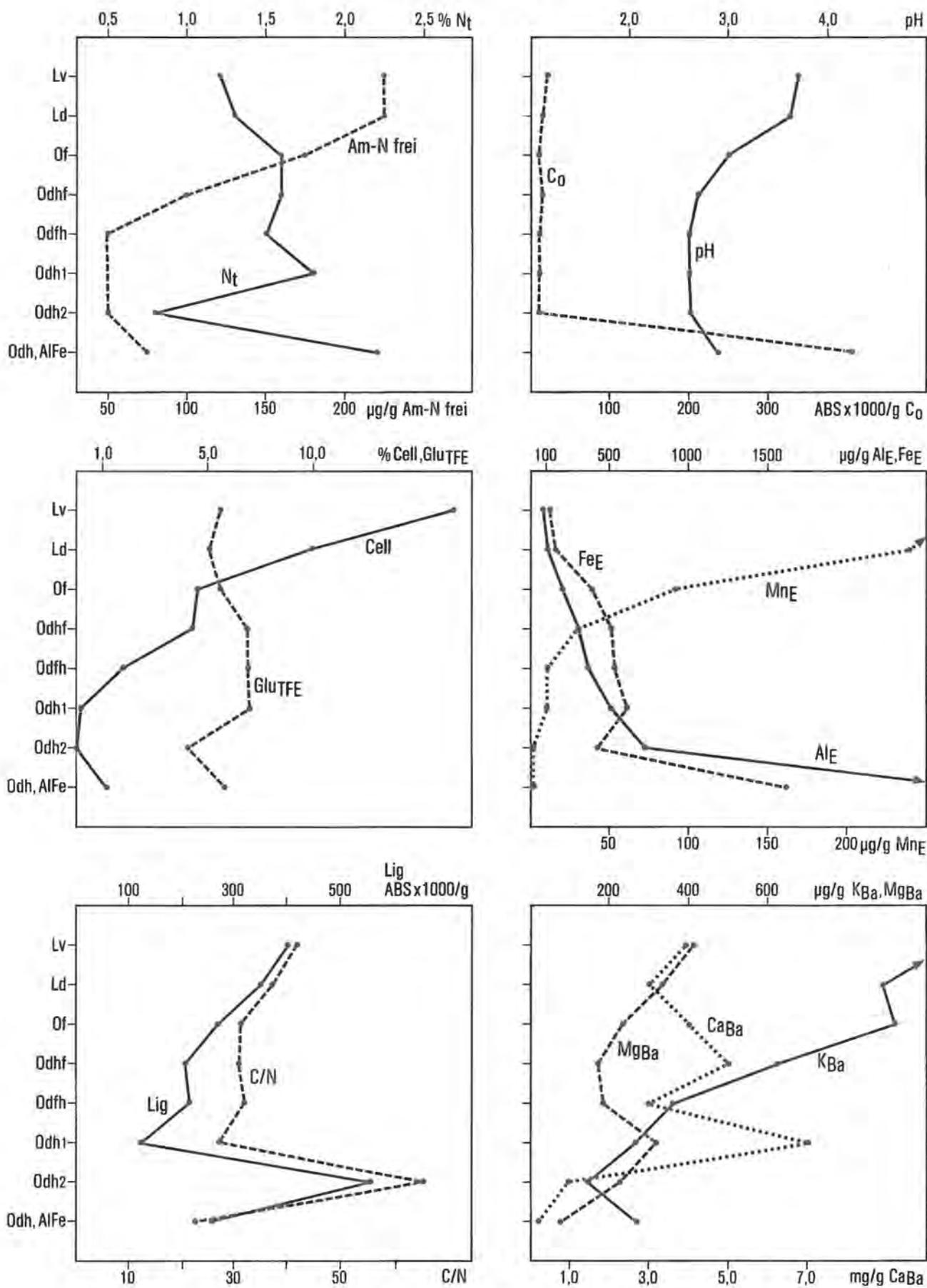
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.23: MÖR-RANPETROSOL, Profil 7



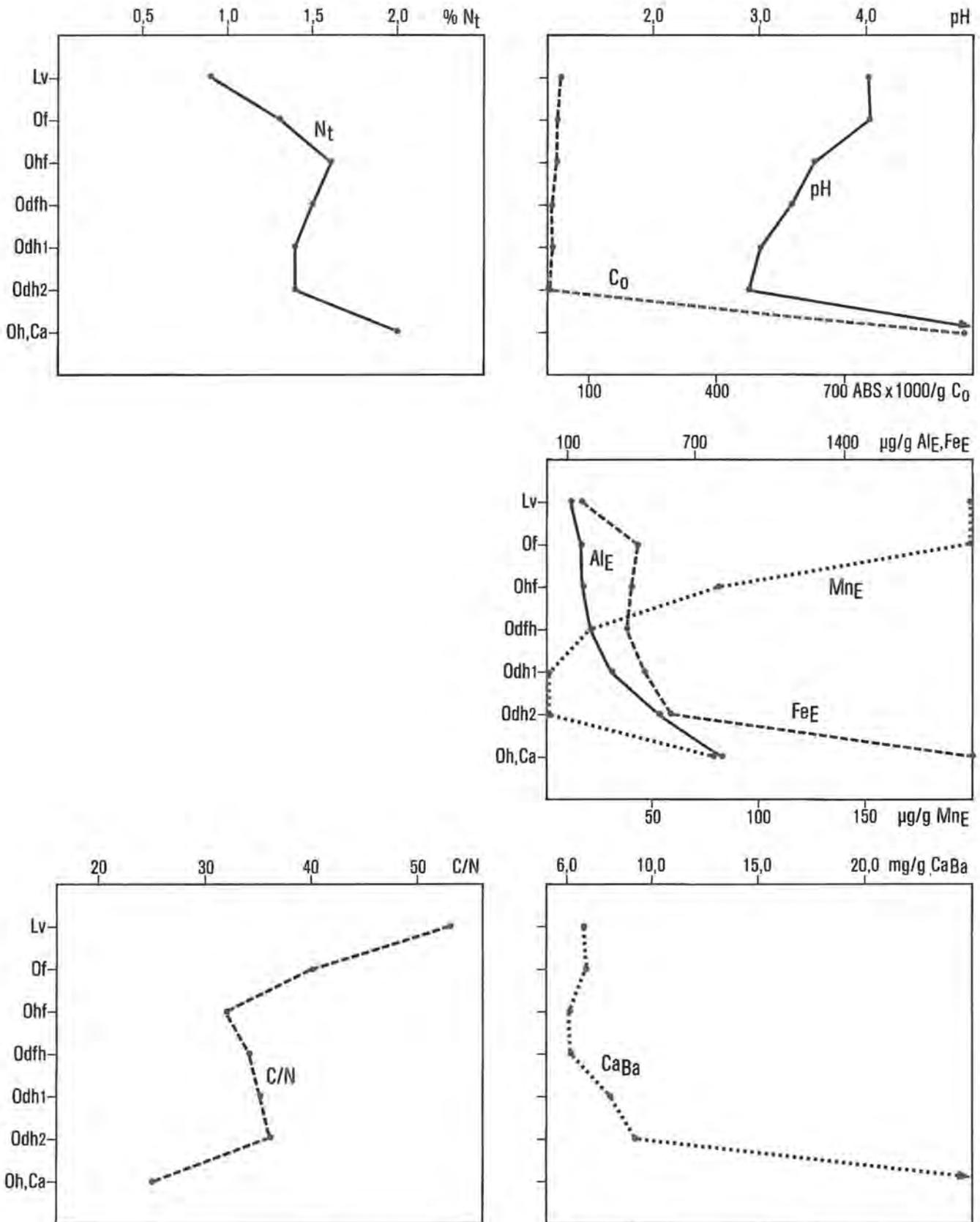
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.24: TANGELMÖR-RANPETROSOL, Profil 8



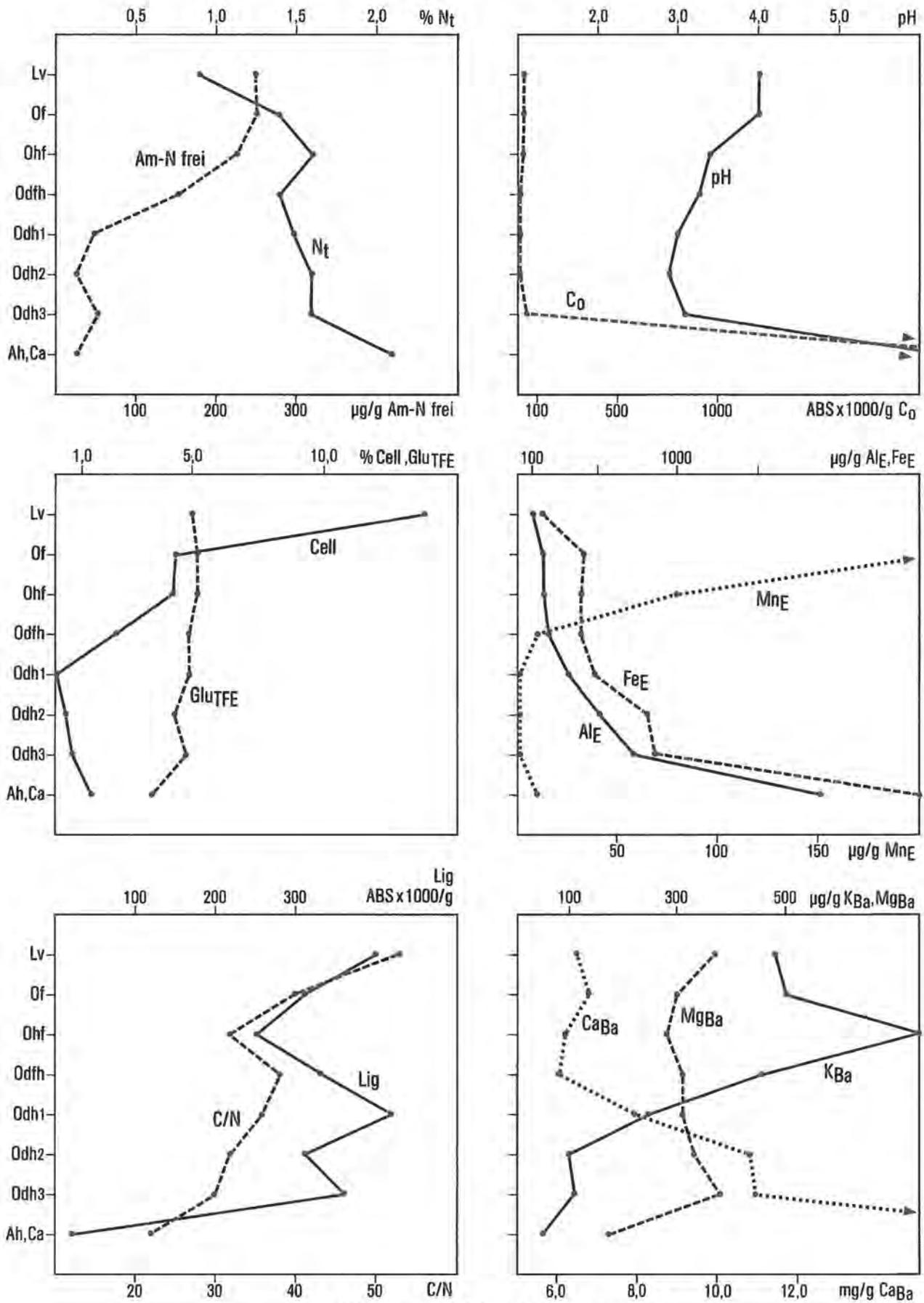
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.25: TANGELMÖR-RENPETROSOL, Profil 9



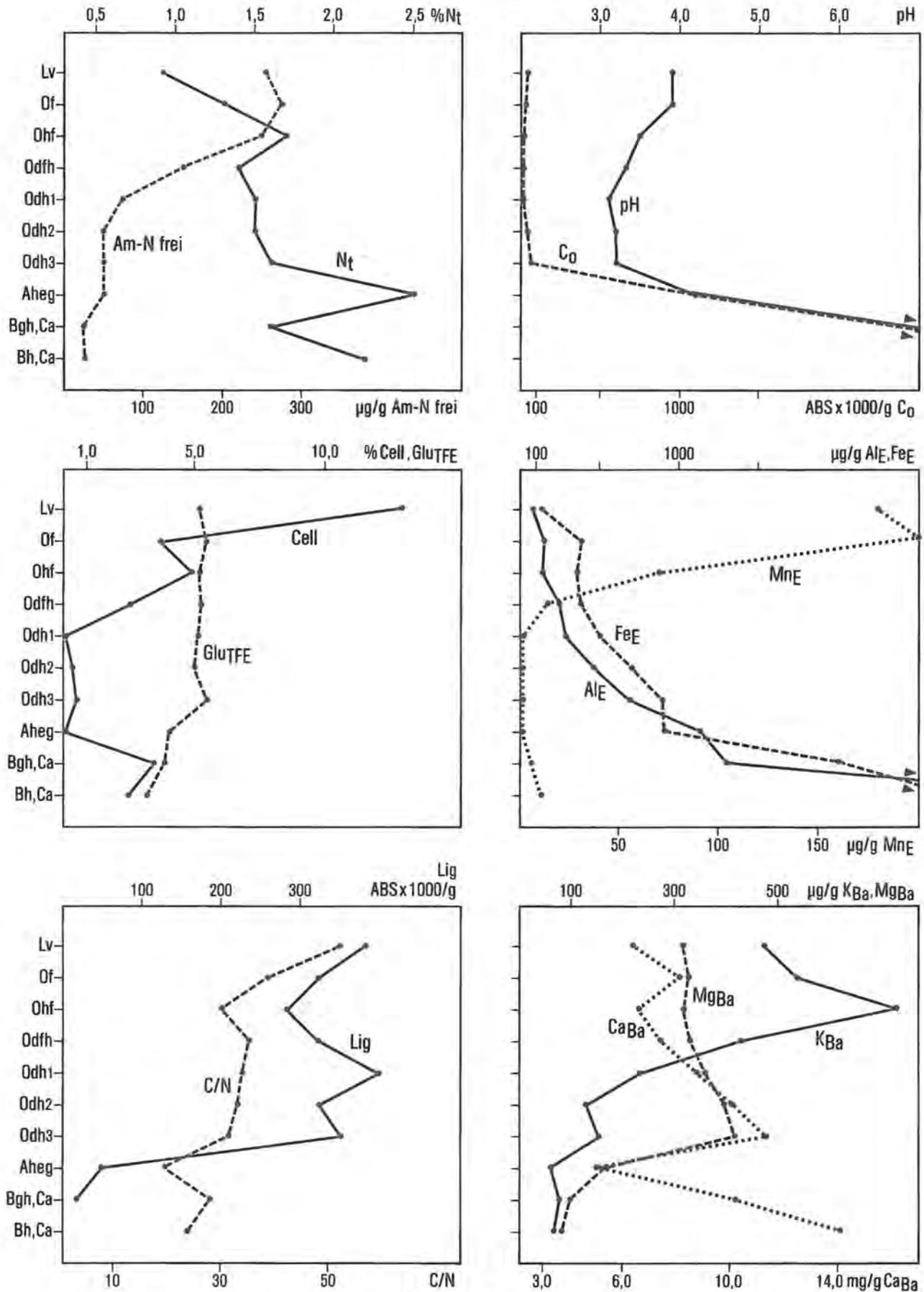
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb. 26: TANGELMÖR-RENDZINA, Profil 10



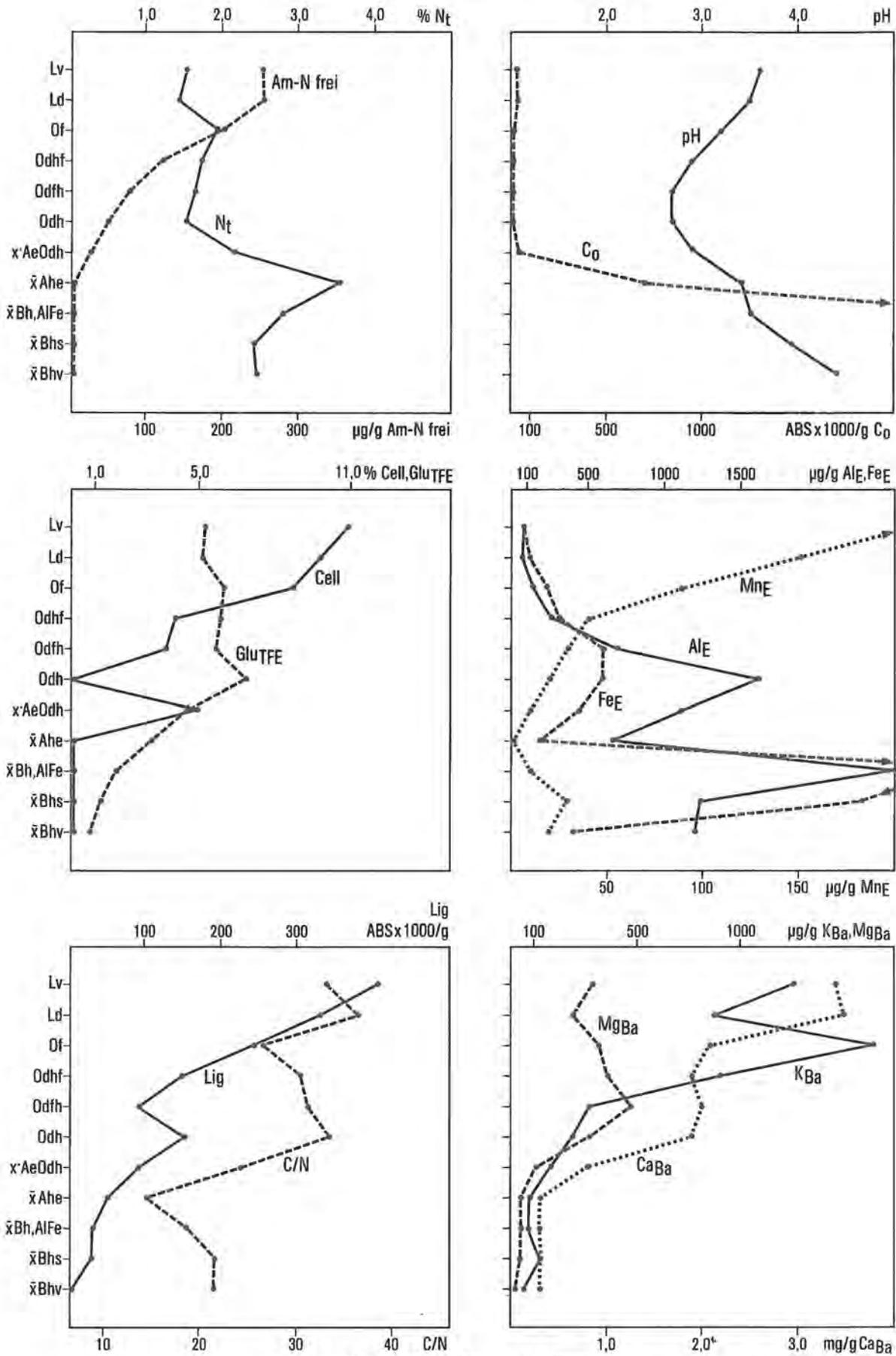
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.27: TANGELMÖR-RENPETROSOLPSEUDOGLEY, Profil 11



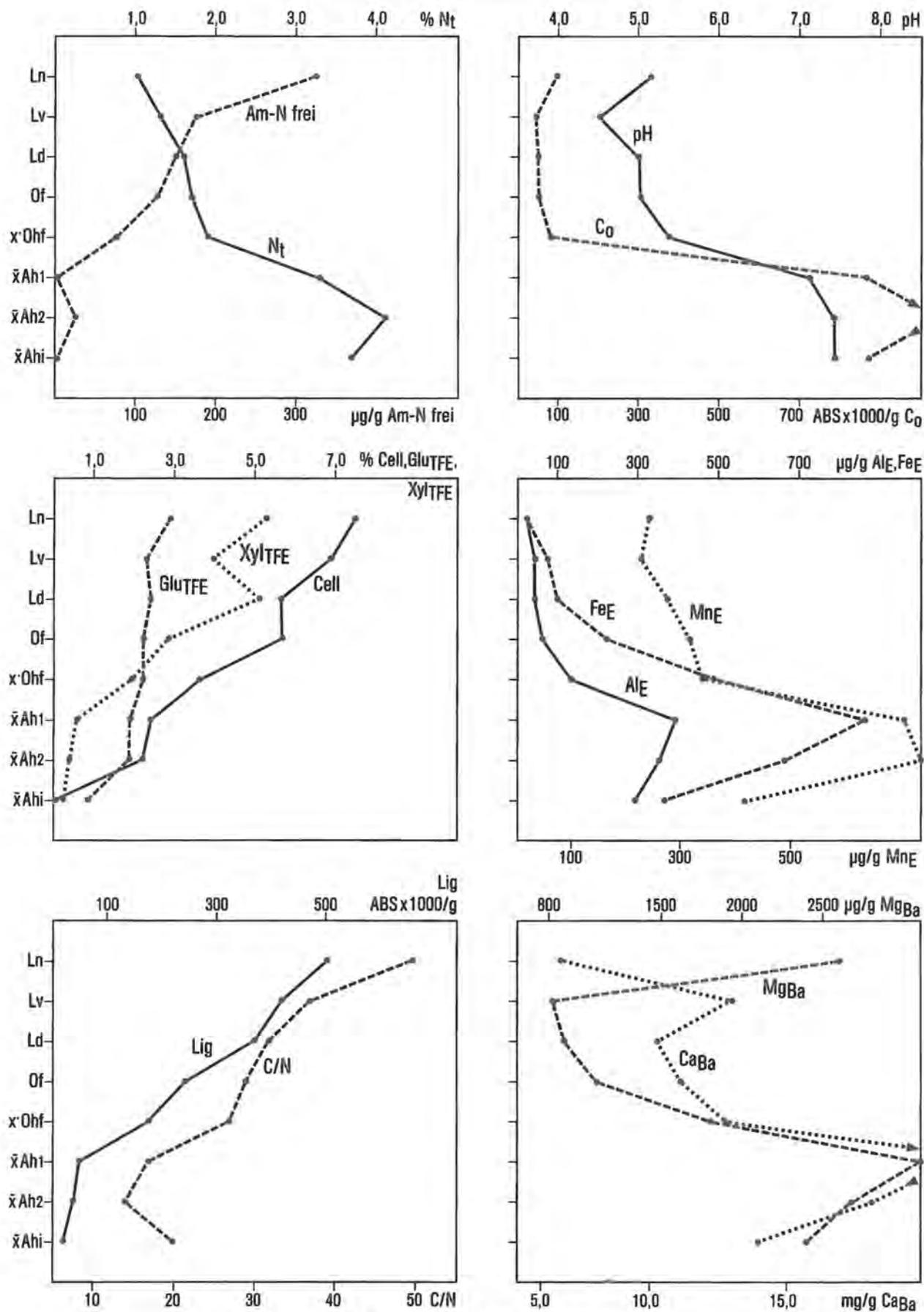
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb. 28: MÖR-EISENHUMUSPODSOL, Profil 12



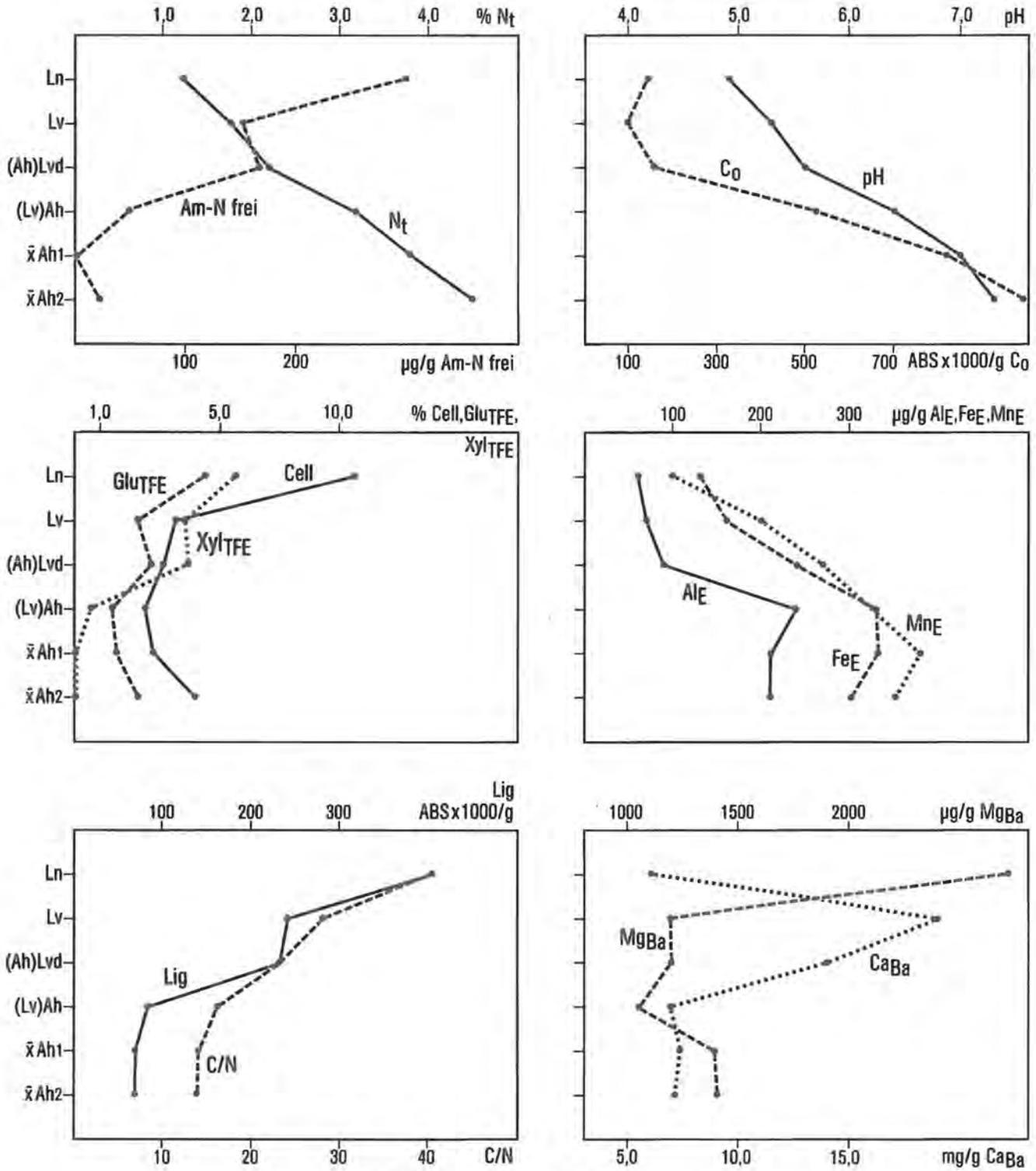
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb. 29: MULLMODER-LOCKERRENDZINA, Profil 27



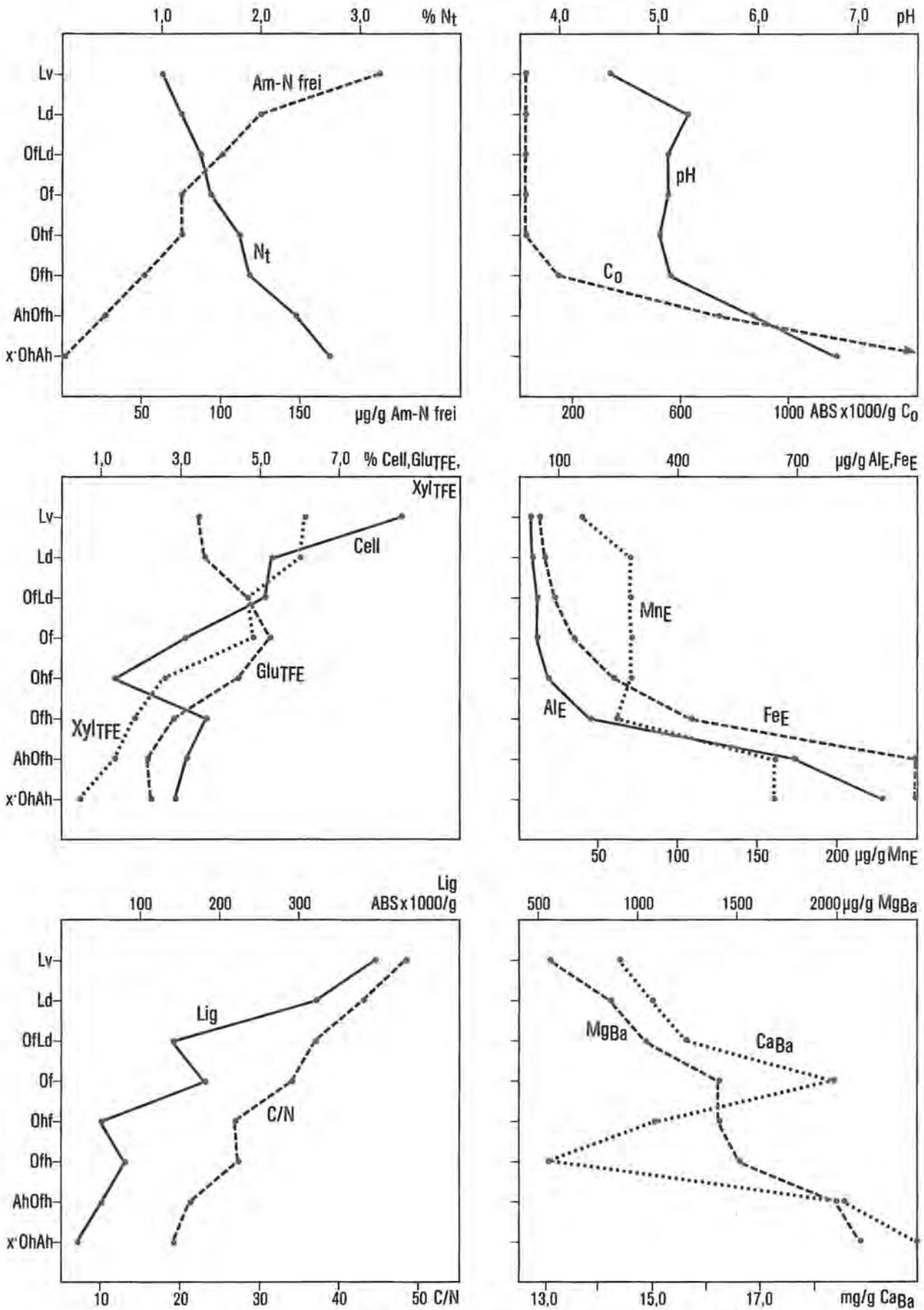
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb. 30: MULL-LOCKERRENDZINA, Profil 28



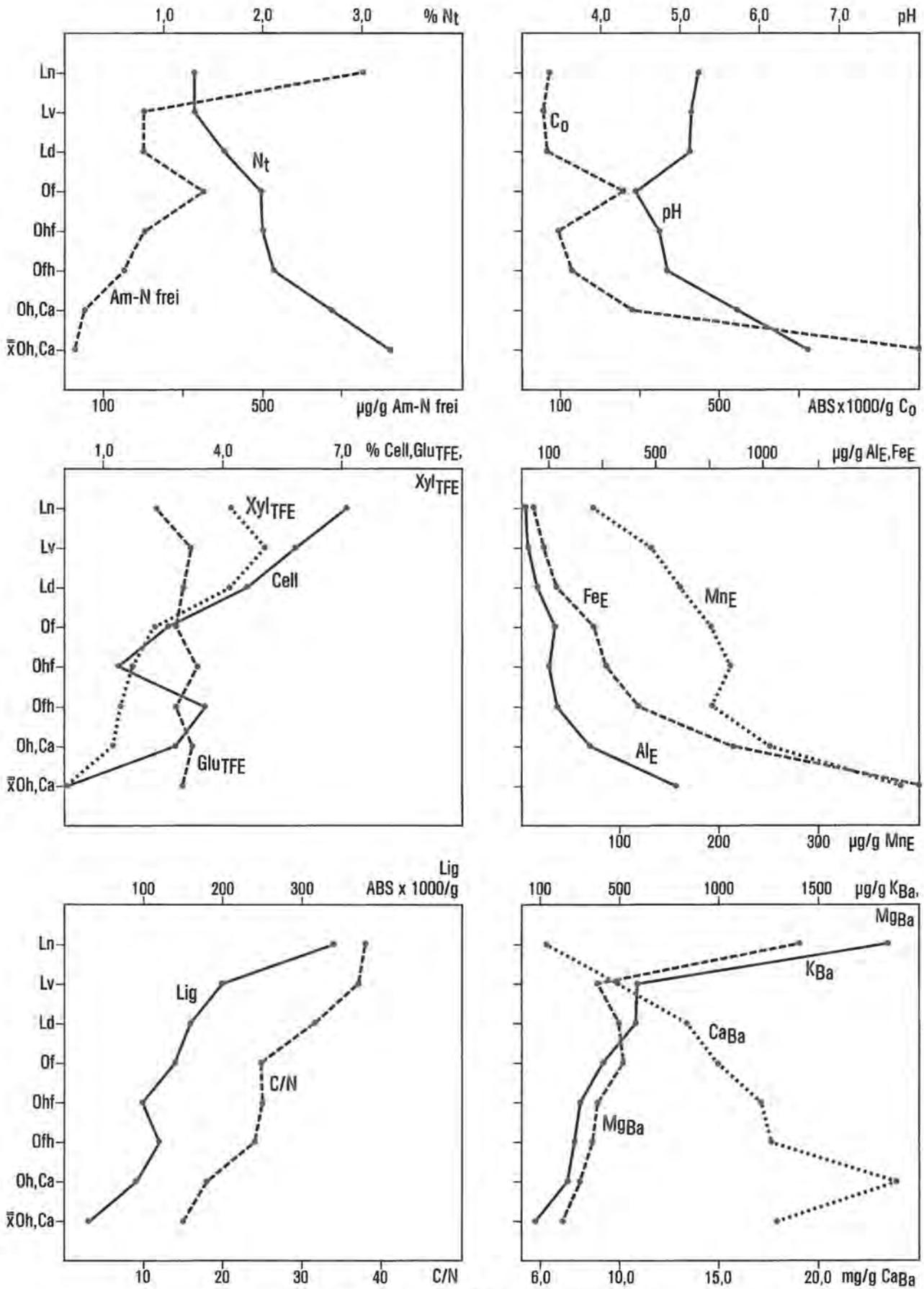
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb. 31: MODER-RENDZINA, Profil 29



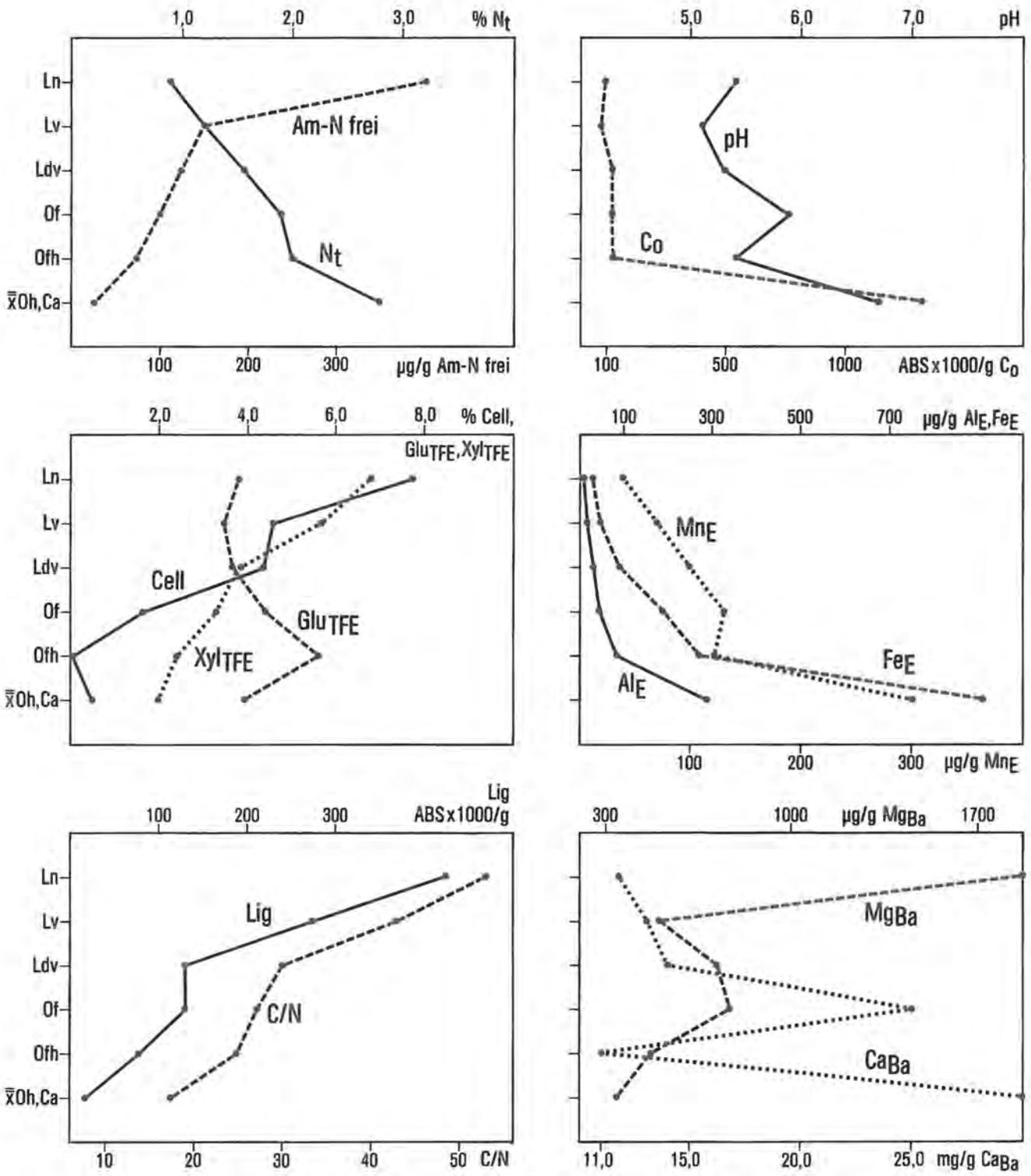
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.32: MODER-RENSKELETTOPETROSOL, Profil 30



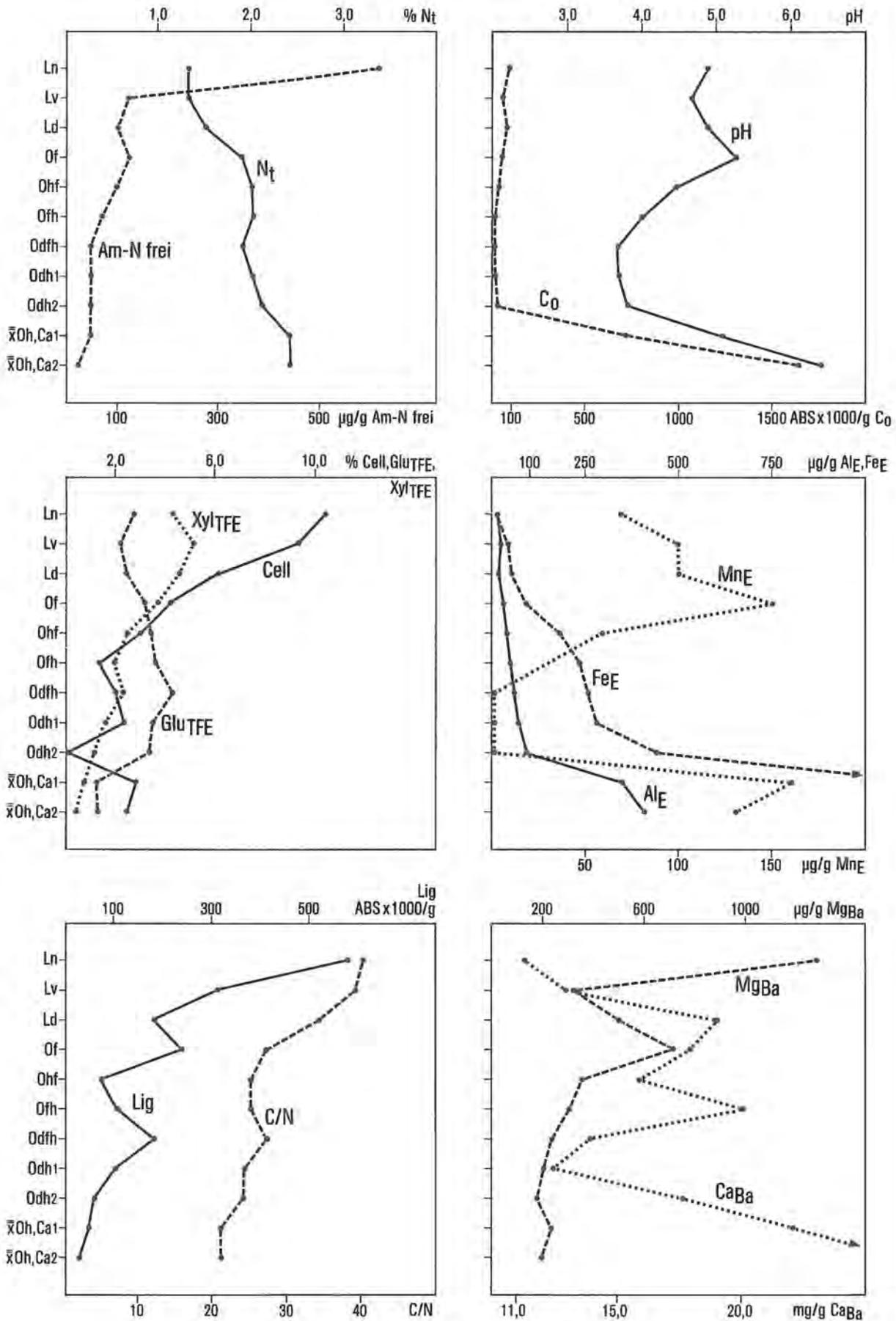
Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.33: MULLMODER-RENPETROSKELETTOSOL, Profil 31



Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

Abb.34: TANGELMÖR-RENSKELETTOPETROSOL (mächtig), Profil 32



Abkürzungen, vgl. Anhang II, Vorbemerkung!

ANHANG II : PROFILBESCHREIBUNGEN

Vorbemerkung ; Erläuterungen und Abkürzungen

TK = Topographische Karte 1:25000, Nr. und Blattbezeichnung; R = Rechtswert, H = Hochwert.
VEGETATION: B1, B2, B3 = erste, zweite, dritte Baumschicht; Str = Strauchschicht; Zwstr = Zwergstrauchschicht; K = Krautschicht; M = Mooschicht

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale:

Mächtigkeit, Deckung, Sproßreste, Skelettanteil: Feldschätzung; Angabe in Flächen- bzw. Volumen-%. Organische Substanz, Skeletttrieb, Verlehmungsprodukte: Laboranalysen; Angabe in Gewichts-%.
Anm. : d Stap = dichte Stapel, d.h. mindestens 5 Einzelblatt- bzw. Nadellagen dicht aggregiert. d = Test auf Dichtlagerung positiv u./o. $pH < 4$ u. $Mn_E < 50 \mu g/g$ u. Mn_E - Minimum.

Feldaufnahme:

Sproßreste: Zusammensetzung, Zerkleinerung: Nad = Nadeln, Bl = Blätter, unzerkl = unzerkleinert, zerbr = zerbrochen; Fi = Fichte, LÄ = Lärche, Bu = Buche, Zwstr = Zwergstrauch, Zi = Zirbe, Vac = Vaccinium, Rhod = Rhododendron, Ah = Ahorn.
Farbe: br = braun, gr = grau, du = dunkel, schw = schwarz, mi = mittel.
Biegetest: Streumaterial wird über eine Kante gebogen; dabei kann es knicken (Kn = Knick) oder brechen (Br = Bruch), bzw. z.T. knicken (z.B. Blattaßern), z.T. brechen.
Zermürbbarkeit: Es wird versucht, Streumaterial mittels Fingerprobe zu zermürben; man wendet etwa die Kraft auf, die nötig ist, um bei einer mäßig feuchten Tonprobe Glanz zu erzielen. - = nicht zermürbbar; + = teilweise zermürbbar; ++ = völlig zermürbbar, d.h. nach der Fingerprobe liegt das Material in völlig getrennten kleinen Stückchen vor.
Feinsubstanz: Farbe: s.u. Sproßreste. Gr. dom. Krümel = Größe dominierender Krümelchen der Feinsubstanz.
Lagerung: sing = einzeln, nicht aggregiert bzw. Einzelkorngefüge im Mineralboden; d Stap = dichte Stapel (mind. 5 Einzelblatt- bzw. Nadellagen dicht aggregiert); Stap = Stapel von Blättern oder Nadeln, i.A. durch eindringende Wurzeln etwas lockerer gelagert als d Stap, insgesamt Zusammenhalt infolge Wurzelverheftung jedoch fester; fast d = fast dicht = mit kompakten dicht aggregierten Knollen; d = Test auf Dichtlagerung positiv u./o. $pH < 4,0$ u. $Mn_E < 50 \mu g/g$ u. Mn_E - Minimum; lo = locker; krü = krümelig (runde, niedrige Aggregate); sub = kantige Aggregate mit rauhen Flächen; pol = kantige Aggregate mit glatten Flächen; brö = nicht kantige Aggregate, auch ohne Rundungen; plat = plattig = oberflächenparallele Absonderung.
Wurzeln: lebend: Art: F = Feinwurzeln (< 2mm Durchmesser); M = Mittelwurzeln (2mm - 1cm Durchmesser); G = Grobwurzeln (> 1cm Durchmesser); Anteil: Geländeschätzung der lebenden Wurzelmasse in Volumen-%; Herkunft: Angabe der Vegetationsschicht (B = Baumschicht, Str = Strauchschicht, Zwstr = Zwergstrauchschicht, K = Krautschicht);
tot: Anteil (Volumen-%) der toten Wurzelmasse.
Anm. : auffällige Bodenorganismen (Pilze, Tiere); Mineralteilchen in organischen Lagen; Bodenart in Mineralbodenhorizonten.

Labordaten :

Am.-N = Alpha-Amino-N
Am.-N frei = freier Alpha-Amino-N.
KAK = Kationenaustauschkapazität
Gal = Trifluoressigsäure-hydrolysierbare Galactose
Glu = Trifluoressigsäure-hydrolysierbare Glucose
Man = Trifluoressigsäure-hydrolysierbare Mannose
Arab = Trifluoressigsäure-hydrolysierbare Arabinose
Xyl = Trifluoressigsäure-hydrolysierbare Xylose
Cell = Cellulose
Lig = Lignin
Die Gehalte an N_{org} , Am-N, Am-N frei, C_{org} , Gal, Glu, Man, Arab, Xyl, Cell und Lig beziehen sich auf Anteile an organischer Substanz ($= C_{org} \times 2$) !

PROFIL 1

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Hagengebirge / Farrenleitenwand

TK: 8444, Hoher Göll R: 77 360 H: 70 000 Profilaufnahme: Aug. 1980

Höhe(m): 1430 Neigung: 3° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkblock auf Bergsturzhalde; starke Horizontabschirmung

VEGETATION: subalpiner Fichten-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe(m):	40	5-10		0,5	-	-	-
Schluß(%):	20	20		30	-	20	70

Hauptstreulieferant(en): Larix, Picea, Moose.
Streueinwehung vom umgebenden Hochwald!

BODENTYP: Mullmoder-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
L	1	100	99	0	96	-	-	-
Of	1	100	50	0	90	-	-	-
Ofh,Ca	0,5	100	10	0	82	-	18	-
kmOn	anstehender Dachsteinkalk							

PROFIL 1

Feldaufnahme

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
L	Nad (Fi, LÄ) unzerkl	gr-br	Kn-Br	±		<1
Of	Nad (Fi, LÄ), 50 % zerbr	du-gr	Br	+		<1, 1-3
Ofh, Ca	nur Nadelbruch	du-gr	Br	+	tiefschw	1-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Of	Stap	F, 2 %, K	-	
Ofh, Ca	1o, krü	F, M, 5 %, K	-	Regenwürmer

PROFIL 1

Labordaten

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am.- _N ^{o)} (%)	Am.- _N ^{o)} frei (µg/g)	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
L	4,9	48	0	1,2	0,8	375	60	57
Of	5,6	45	0	1,7	1,1	125	150	68
Ofh,Ca	6,5	41	0	2,4	1,6	50	250	74

^{o)} bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
L	3,9	4,0	3,8	3,6	2,1	8,5	42	150
Of	3,6	4,0	3,6	2,8	2,1	1,9	29	100
Ofh,Ca	2,1	3,0	1,8	1,4	0,8	0,5	21	50

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _C (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _o (µg/g)
L	610	370	13	100	0	120	150	0	30	100
Of	290	380	25	190	0	350	500	0	110	300
Ofh,Ca	190	330	37	350	0	700	900	0	210	600

PROFIL 2

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Hagengebirge/Farrenleitenwand

TK: 8444, Hoher Göll R: 77 360 H: 70 000 Profilaufnahme: Aug. 1980

Höhe(m): 1430 Neigung: 5° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkblock auf Bergsturzhalde; starke Horizontabschrägung

VEGETATION: Zwergstrauchreicher subalpiner Fichten-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe(m):	40	3-5		0,5	-	-	-
Schluß(%):	10	5		10	50	10	30

Hauptstreulieferant(en): Larix, Picea, Rhododendron hirsutum, Vaccinium vitis-idea. Moose.
Streueinwehung vom umgebenden Hochwald!

BODENTYP: Moder-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- lehmungs- pro- dukte (%)	
Lv	0,5	80	99	0	96	-	-	-
Ld	1,5	100	95	0	94	-	-	d Stap
Of	2	100	60	0	88	-	-	-
Ohf	2	100	40	0	94	-	-	-
Oh, Ca	1,5	100	10	0	82	0	18	-
k ₁₀₀	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Lv	Zwstr-BI (80 %); Nad (20 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Zwstr-BI (50 %), zu 25 % skelettiert; Nad (50 %) unzerkl	gr-br	Br	+	-	-
Of	Zwstr-BI (20 %), zu 80 % skelettiert; Nad (80 %) unzerkl	dugr	Br	+	-	0,5-2
Ohf	nur Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	dubr	0,5-2
Ofh,Ca	nur Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	tiefschw	1-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	d Stap ab- hebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 20 %, K	-	-
Ohf	lo, krü	F, M, 40 %, K + Zwstr	-	Regenwürmer
Ofh,Ca	lo, krü	F, M, 20 % Zwstr	-	Regenwürmer

PROFIL 2

Labordaten

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (µval/ 100g)
Lv	5,4	48	0	1,4	0,9	200	60	53
Ld	5,6	47	0	1,4	1,1	250	110	56
Of	6,0	44	0	1,6	1,1	225	180	58
Ohf	4,2	47	0	1,6	1,3	150	40	65
Ohf,Ca	5,2	41	0	2,5	1,6	50	190	79

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 / 3)
Lv	4,2	5,5	2,0	2,5	2,4	5,7	36	210
Ld	2,7	4,2	1,6	1,9	1,6	2,5	35	210
Of	2,8	4,9	1,9	1,9	1,6	2,3	30	120
Ohf	2,5	5,2	1,6	1,1	2,1	2,1	31	130
Ohf,Ca	2,0	5,1	1,5	1,2	1,9	0	20	70

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	1090	680	15	120	0	80	100	0	10	300
Ld	870	650	19	170	0	110	150	0	40	100
Of	620	410	19	150	0	190	200	0	60	100
Ohf	530	410	13	70	0	600	500	10	120	300
Ohf,Ca	280	360	27	100	0	1500	1750	0	360	1050

PROFIL 3

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Hagengebirge/Farrenleiterwand

TK: 8444, Hoher Göll , R: 77 360 H: 70 000 Profilaufnahme: Aug. 1980

Höhe (m): 1430 Neigung: 4° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkblock auf Bergsturzhalde; starke Horizontabschirmung

VEGETATION: zwergestrauchreicher subalpiner Fichten-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	5	-	0,5-2	-	-	-
Schluß (%):	20	20	-	20	30	60	80

Hauptstreulieferant(en): Larix, Picea, Vaccinium myrillus, Oxalis acetosella, Moose.
Streueinwehung vom umgebenden Hochwald!

BOEDENTYP: Mör-Fenpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Anm.	
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)		Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)
Lv	1	50	99	0	100	-	-	-
Ld	2	100	95	0	100	-	-	d Stap
Of	2	100	70	0	98	-	-	-
Odhf	3	100	40	0	98	-	-	d
Odfh	4	100	10	0	94	-	-	d
Odh	5	100	0	0	100	-	-	d
Oh, Ca	3	100	0	0	80	0	20	-
kmCh	anstehender Kalkfels							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz Farbe	Gr. (µm) dom. Krümel
Lv	Zwstr-BI (80 %), Nad (20 %), unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (70 %) unzerkl; Zwstr-BI (30 %), zu 60 % skelettiert	gr-br	Br	+	-	-
Of	nur Nad, unzerkl	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Odhf	Nad, 80 % zerbr	dugr	Br	+	-	0,5-1
Odfh	Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odh	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh, Ca	-	-	-	-	tiefschw	0,5-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Ann.
Lv	sing	-	-	Hemotrichia nigra
Ld	d Stap abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, K	-	-
Odhf	d	F + M, 20 %, K + Zwstr	-	-
Odfh	d	F, M, 20 %, Zwstr	-	einzelne Glimmer
Odh	d	F, M, 10 %, Zwstr	20 %	einzelne Glimmer
Oh, Ca	fast d, sub	F, M, 10 %, Zwstr	10 %	einzelne Glimmer

PROFIL 3

Labordaten

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{Org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{o)} N (%)	Am. ^{o)} N frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	3,6	50	0	0,9	0,8	175	30	42
Ld	3,6	50	0	1,5	1,0	275	30	55
Of	3,5	49	0	1,7	1,3	225	10	59
Odhf	3,3	49	0	1,7	1,2	150	30	66
Odfh	3,2	47	0	1,9	1,3	75	20	81
Odh	3,5	50	0	1,4	0,9	50	20	80
Oh,Ca	5,3	40	0	2,1	1,3	0	820	86

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000/g)
Lv	2,8	4,6	3,6	1,6	2,2	10,1	57	300
Ld	2,9	5,2	2,7	2,2	1,9	5,0	34	220
Of	3,3	6,4	3,5	2,1	2,5	2,2	30	230
Odhf	3,1	7,4	3,2	1,5	2,2	0,1	29	140
Odfh	2,3	7,3	2,1	0,9	1,7	1,0	27	100
Odh	2,1	6,4	1,9	0,6	1,5	0	37	150
Oh,Ca	1,5	4,4	1,2	0,6	0,8	0	24	30

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	1010	400	4	150	10	70	100	20	40	100
Ld	1010	390	5	160	10	100	100	40	60	100
Of	860	330	6	110	10	240	250	50	110	200
Odhf	470	350	5	30	50	480	550	130	200	400
Odfh	270	400	7	10	50	600	650	160	240	450
Odh	170	350	10	0	20	500	500	80	460	500
Oh,Ca	70	330	35	30	0	2000	2550	0	690	1400

PROFIL 4

Labordaten

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} frei (µg/g)	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	3,7	50	0	1,3	0,7	150	40	39
Ld	3,5	49	0	1,8	1,2	200	40	61
Of	3,2	49	0	1,9	1,3	275	30	70
Odhf	3,1	49	0	2,0	1,3	100	20	78
Odfh	3,0	50	0	2,2	1,2	75	20	85
Odh1	3,0	49	0	1,8	1,2	50	20	82
Odh2	3,0	49	0	1,7	1,1	50	10	92
Odh3	3,2	49	0	1,5	1,1	50	20	94
Oh,Ca	4,6	44	0	2,0	1,3	25	400	85

^{o)} bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	2,0	3,6	1,5	1,8	3,2	12,1	39	300
Ld	3,5	4,8	2,5	2,0	3,3	3,8	28	170
Of	2,2	4,1	1,8	1,5	1,5	3,3	26	150
Odhf	2,6	5,0	2,2	0,8	1,8	0,1	26	130
Odfh	2,6	5,0	2,0	0,7	1,8	3,2	23	100
Odh1	2,2	5,0	2,2	1,0	2,0	1,2	27	90
Odh2	1,9	4,6	1,8	0,5	1,9	0,6	30	150
Odh3	1,6	4,5	1,5	0,4	1,5	0,2	34	120
Oh,Ca	1,2	3,8	1,1	0,3	0,8	0,9	25	50

^{o)} bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	890	390	4	310	10	60	100	40	40	100
Ld	530	290	6	120	20	200	200	80	90	250
Of	490	290	6	40	50	500	500	150	210	500
Odhf	260	260	4	10	70	600	600	220	320	500
Odfh	190	280	4	10	80	700	850	230	330	550
Odh1	190	210	6	0	60	600	600	220	370	550
Odh2	100	150	8	0	70	800	800	320	570	750
Odh3	100	100	9	0	40	700	700	200	460	650
Oh,Ca	70	110	29	10	10	1200	1300	0	630	1550

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dm. Krümel
Lv	Nad (50 %) unzerkl; Zwstr-BI (50 %), zu 60 % skelettiert	br	Kn-Br	±	-	-
Ld	Nad (90 %) unzerkl; Zwstr-BI (10 %), völlig skelettiert	gr-br	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Of	nur Nad, zu 50 % zerbrochen	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Odhf	Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	br-rotbr	<0,5; 0,5-1
Odfh	Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh, Ca	-	-	-	-	tiefschw	1-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Ann.
Ld	d Stap abhebbar	-	-	Herpotrichia nigra
Of	Stap	F, 5 %, K	-	-
Odhf	d	F, 20 %, K + Zwstr	-	Cortitium bicolor
Odfh	d	M, 20 %, Zwstr	-	Cortitium bicolor
Odh1	d	F, M, G, 30 %, K, Zwstr, B	-	-
Odh2	d	-	10 %	einzelne Glimmer
Odh3	d	-	20 %	einzelne Glimmer
Oh, Ca	fast d sub (Krü)	G, 20 %, B	-	einzelne Glimmer, Regenwurm

PROFIL 4

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Hagengebirge/Farrenleiterwand

TK: 8444, Hoher Göll R: 73 360 H: 70 000 Profilaufnahme: Aug. 1980

Höhe (m): 1420 Neigung: 3° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkblock auf Bergsturzhalde; starke Horizontabschirmung

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Fichten-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	5	-	0,5-2	-	-	-
Schluß (%):	10	10	-	20	60	10	20

Hauptstreulieferant(en): Larix, Picea, Vaccinium myrtillus.
Streueinwehung vom umgebenden Hochwald!

BODENTYP: Tangelmör-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Anm.	
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)		Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)
Lv	0,2	80	99	0	100	-	-	-
Ld	1	100	95	0	98	-	-	d Stap
Of	1	100	60	0	98	-	-	-
Odhf	2	100	30	0	98	-	-	d
Odfh	1,5	100	10	0	100	-	-	d
Odh1	8	100	0	0	98	-	-	d
Odh2	8	100	0	0	98	-	-	d
Odh3	8	100	0	0	98	-	-	d
Ch, Ca	6	100	0	0	88	0	12	-
kmCn	anstehender Dachsteinkalk							

PROFIL 5

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Hagengebirge/Farrenleitenwand

TK: 8444, Hoher Göll R: 73 360 H: 70 000 Profilaufnahme: Aug. 1980

Höhe (m): 1420 Neigung: 3° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkblock auf Bergsturzhalde; starke Horizontabschirmung

VEGETATION: Zwergstrauchreicher subalpiner Fichten-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	3-5	-	0,5-1	-	-	-
Schluß (%):	20	20	-	10	90	5	2

Hauptstreulieferant(en): *Picea*, *Larix*, *Vaccinium myrillus*.
Streueinwehung vom umgebenden Hochwald!

BODENTYP: Tangelmör-Renpetrosol (mächtig)

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- nungs- pro- dukte (%)	
In	0,2	10	100	0	98	-	-	-
Iv	0,5	90	100	0	100	-	-	-
Ld	1	100	95	0	100	-	-	d Stap
Of	0,5	100	60	0	100	-	-	-
Odhf	4	100	30	0	98	-	-	d
Odfh	4	100	10	0	98	-	-	d
Odh1	10	100	0	0	98	-	-	d
Odh2	10	100	0	0	100	-	-	d
Odh3	10	100	0	0	100	-	-	d
Odh4	15	100	0	0	100	-	-	d
Odh, Ca	8	100	0	0	92	0	8	d
kmCh	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dm. Kümmel
Ln	nur Zwstr-BI, unzerkl	br, z.T. grün	Kn	-	-	-
Lv	Zwstr-BI (70 %), zu 50 % skelettiert; Nad (30 %), unzerkl	br	Kn-Br	±	-	-
Ld	Nad (80 %), unzerkl; Zwstr-BI (20 %), völlig skelettiert	br-gr	Br	+	-	-
Of	Nad (90 %), zu 20 % zerbr, Zwstr-BI (10 %), Skelettreste	dugr	Br	+	-	0,5-1
Odhf	nur Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
Odfh	nur Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh4	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh, Ca	-	-	-	-	tief- schw	<0,5; 0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Ln	sing	-	-	-
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, Zwstr	-	-
Odhf	d	F, 30 %, Zwstr	-	-
Odfh	d	F, M, 50 %, Zwstr	-	Cortitium bicolor
Odh1	d	F, M, G, 50 %, Zwstr, B	-	Cortitium bicolor
Odh2	d	G, 10 %, B	20 %	-
Odh3	d	-	10 %	-
Odh4	d	-	10 %	-
Odh, Ca	d	G, 20 %, B	-	-

PROFIL 5

Labordaten:

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS. x 1000/g)	KA (mval/ 100g)
Ln	4,0	49	0	1,2	0,8	325	70	17
Lv	3,5	50	0	1,6	0,9	200	60	39
Ld	3,5	50	0	1,6	1,0	225	30	46
Of	3,3	50	0	1,8	1,1	225	10	51
Odhf	3,0	49	0	1,7	1,0	125	20	63
Odfh	2,8	49	0	1,5	1,0	75	10	63
Odh1	2,8	49	0	1,7	1,2	50	20	78
Odh2	2,9	51	0	1,3	0,7	50	10	89
Odh3	3,0	53	0	1,0	0,6	25	10	102
Odh4	3,1	51	0	0,9	0,6	25	20	113
Odh, Ca	3,7	46	0	1,3	0,8	25	830	101

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Ln	3,5	6,7	2,7	1,7	3,0	14,2	41	250
Lv	2,6	5,0	1,9	1,7	3,3	11,8	31	220
Ld	2,8	4,5	2,3	2,0	2,9	8,0	31	170
Of	2,6	4,4	2,2	1,9	2,1	4,0	29	150
Odhf	2,1	4,5	2,1	1,5	2,0	4,0	30	120
Odfh	1,9	4,7	2,1	1,0	1,9	3,2	32	100
Odh1	2,0	4,7	2,2	0,9	1,9	4,3	30	100
Odh2	1,8	4,3	1,9	0,9	1,8	2,2	39	250
Odh3	1,2	3,7	1,2	0,7	0,7	1,7	51	200
Odh4	1,0	3,6	1,1	0,7	0,6	0,5	55	160
Odh, Ca	1,0	3,0	1,0	0,9	0,7	0,3	37	70

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Ln	1850	760	2	230	0	40	50	40	80	100
Lv	1150	450	5	200	10	80	100	40	60	100
Ld	860	390	6	210	0	120	150	60	90	150
Of	750	310	5	130	10	270	300	90	140	300
Odhf	490	270	4	20	50	480	500	170	240	350
Odfh	280	330	6	10	80	600	650	230	340	600
Odh1	260	350	6	10	70	600	600	260	390	750
Odh2	90	240	6	0	40	470	550	210	350	750
Odh3	50	200	8	0	30	490	500	160	350	400
Odh4	30	140	11	0	20	420	450	120	300	350
Odh, Ca	100	70	26	0	20	1400	1400	90	1300	1700

PROFIL 6

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Hohe Tauern/Felbertauern/unter Brennhütten-K.

Profilaufnahme: Juli 1982

Höhe (m): 1570 Neigung: 10° Exposition: NW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Zentralgneisblock auf Bergsturzhalde

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Fichten-Zirben-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	30	5	-	1-2	-	-	-
Schluß (%):	20	40	-	10	20	5	20

Hauptstreulieferant(en): *Larix*, *Picea*, *Pinus cembra*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis idaea*, Moose

BODENTYP: Moder-Ranpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- produkte (%)	
Lnv	0,2	10	100	0	100	-	-	-
Lv	0,2	80	100	0	98	-	-	-
Ld	0,5	100	95	0	98	-	-	d Stap
Of	1	100	60	0	94	-	-	-
Ohf	2	100	30	0	90	-	-	-
Oh	1,5	100	10	0	92	-	-	-
Oh (AlFe)	1	100	0	0	86	-	-	-

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kümel
Lnv	nur Zi-Nad unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Zi (40 %), Fi-Lä-Nad (50 %) unzerkl; Zwstr-BI (10 %), zu 50 % skelettiert	br, ohne Glanz	Kn-Br	+	-	-
Ld	wie Lv, Zwstr-BI, zu 90 % skelettiert	br-gr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Of	nur Nad, zu 20 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Ohf	Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
Ofh	Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
Oh(AlFe)	-	-	-	-	dubr	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, Zwstr	-	-
Ohf	fast d	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Ofh	fast d	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Oh (AlFe)	fast d	F, M, 30 %, Zwstr	-	Glimmer, Quarze

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung!

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t (%)	C/N	C _o (ABS x1000/g)	Mn _E (µg/g)	Al _E (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)
Lnv	3,7	50	-	0,5	100	20	540	80	60	3,0
Lv	3,5	49	-	1,1	44	40	360	100	140	3,1
Ld	3,5	49	-	1,2	41	30	250	130	220	2,8
Of	3,2	47	-	1,6	31	20	140	260	520	2,3
Ohf	3,1	45	-	1,7	30	30	90	370	700	2,1
Ofh	2,9	46	-	1,5	33	30	60	530	900	1,4
Oh(AlFe)	2,9	43	-	1,8	27	60	60	1040	1400	2,1

PROFIL 7

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Hohe Tauern/Felbertauern/unter Brennstätten-K.

Profilaufnahme: Juli 1982

Höhe (m): 1570 Neigung: 10° Exposition: NW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Zentralgneisblock auf Bergsturzhalde

VEGETATION: Zwergstrauchreicher subalpiner Fichten-Zirben-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	30	5	-	-	-	-	-
Schluß (%):	75	10	-	-	20	5	20

Hauptstreulieferant(en): Larix, Picea, Pinus cembra, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea, Moose

BODENTYP: Hör-Ranpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Ann.!
	Mächtigkeit (cm)	Dekung (%)	Sproßreste (%)	Skeletanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Inv	0,2	10	100	0	100	-	-	-
Lv	0,2	80	99	0	96	-	-	-
Ld	1	100	95	0	96	-	-	d Stap
Of	1,5	100	60	0	98	-	-	-
Odhf	4	100	30	0	94	-	-	d
Odfh	3	100	10	0	94	-	-	d
Odh	8	100	0	0	96	-	-	d
Odh(AlFe)	2	100	0	0	72	-	-	d
qmCn	anstehender Zentralgneis							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Lnv	nur Zi-Nad, unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Zi (20 %), Fi, Ld (70 %) unzerkl; Zwstr-BI (10 %), zu 50 % skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	wie Lv, Zwstr-BI nur Skelette	br-gr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Of	nur Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Odhf	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odhn	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odh	-	-	-	-	rothr	<0,5
Odh(AlFe)	-	-	-	-	dubr	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ld	↓ Stap, abhebbar	-	-	Juliden
Of	Stap	F, 10 %, B + Zwstr	-	Juliden
Odhf	d	F, 20 %, B + Zwstr	-	-
Odhn	d	F, M, 10 %, B	-	-
Odh	d	G, 10 %, B	-	-
Odh(AlFe)	d	F, M, 30 %, B	-	Glimmer, Quarze

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung!

Lage	pH	C _{Org} (%)	Kalk (%)	N _t (%)	C/N	C _O (ABSx 1000/g)	Mn _E (µg/g)	Al _E (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)
Lnv	3,9	50	-	1,1	45	40	440	70	30	2,9
Lv	3,6	48	-	1,0	48	40	280	90	120	3,0
Ld	3,6	48	-	1,2	40	40	230	110	170	3,3
Of	3,4	49	-	1,5	33	30	160	170	360	3,3
Odhf	3,0	47	-	1,7	29	20	40	260	520	3,4
Odfn	3,0	47	-	1,7	29	20	40	270	500	3,7
Odh	2,9	48	-	1,6	32	20	40	300	510	3,7
Odh (AlFe)	2,8	36	-	2,4	21	50	10	750	900	1,5

PROFIL 8

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Hohe Tauern/Felbertauental/unter Brennhütten-K.

Profilaufnahme: Juli 1982

Höhe (m): 1570 Neigung: 15° Exposition: NW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Zentralgneisblock auf Bergsturzhalde

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Fichten-Zirben-Lärchen-Wald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	30	5	-	-	-	-	-
Schluß (%):	75	10	-	-	20	5	20

Hauptstreulieferant(en): Larix, Picea, Pinus cembra, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea, Moose

BODENTYP: Tangelmör-Ranpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Arm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- lehmungs- produkte (%)	
Lv	0,2	80	100	0	96	-	-	-
Ld	1,5	100	98	0	100	-	-	d Stap
Of	2	100	60	0	96	-	-	-
Odhf	3	100	40	0	96	-	-	d
Odfh	3	100	20	0	96	-	-	d
Odh1	12	100	0	0	98	-	-	d
Odh2	12	100	0	0	100	-	-	d
Odh, AlFe	4	100	0	0	66	-	-	d
qmCh	anstehender Zentralgneis							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kümel
Lv	Fi. LÄ, Zi-Nad (70 %) unzerkl., Zwstr-BI (30 %), zu 50 % skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad wie Lv; Zwstr nur Skelette	br-gr	Br	+	-	-
Of	nur Nad, unzerkl.	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Odhf	Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odfh	Nad-Bruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh, AlFe	-	-	-	-	dubr	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	d Stap	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, Zwstr	-	-
Odhf	d	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Odfh	d	F, M, G, 30 %, Zwstr + B	-	-
Odh1	d	F, M, G, 20 %, Zwstr + B	10 %	Glimmer
Odh2	d	-	30 %	-
Odh, AlFe	d	G, 20 %, B	-	Glimmer, Quarze

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{Org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _{N frei} ^{o)} (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	3,7	48	0	1,2	0,8	225	40	46
Ld	3,6	50	0	1,3	0,9	225	30	51
Of	3,0	48	0	1,6	1,0	175	20	65
Odhf	2,7	48	0	1,6	1,0	100	30	80
Odfh	2,6	48	0	1,5	0,9	50	20	81
Odh1	2,6	49	0	1,8	0,9	50	20	86
Odh2	2,6	53	0	0,8	0,5	50	20	105
Odh,AlFe	2,9	33	0	2,2	1,4	75	410	76

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{Org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	3,5	5,5	5,0	2,5	2,2	14,3	42	400
Ld	3,1	5,1	4,6	2,2	2,4	9,0	37	350
Of	2,7	5,5	3,9	1,7	2,1	4,6	31	270
Odhf	2,4	6,5	3,3	1,4	2,0	4,4	31	210
Odfh	2,5	6,5	2,9	1,1	1,9	1,8	32	220
Odh1	2,1	6,6	2,6	0,8	1,9	0,1	27	120
Odh2	1,3	4,2	1,8	0,6	1,1	0	66	560
Odh,AlFe	1,5	5,6	1,8	0,2	0,6	1,1	23	260

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{Org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	1080	410	4	270	10	100	200	80	90	270
Ld	890	330	3	240	10	150	300	70	110	330
Of	920	230	4	90	60	390	700	170	200	600
Odhf	620	170	5	30	110	510	950	270	310	850
Odfh	360	180	3	10	110	530	900	300	350	900
Odh1	270	320	7	10	110	610	950	400	500	1300
Odh2	140	220	1	0	50	430	600	500	710	1400
Odh,AlFe	270	70	0,2	0	220	1600	3300	1430	2800	4700

PROFIL 9

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Watzmannstock/Archenkanzel

TK: 8443, Königsee R: 72 940 H: 69 800 Profilaufnahme: Okt. 1982

Höhe (m): 1360 Neigung: 10 ° Exposition: SSO

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkfels

VEGETATION: subalpiner Fichten-Lärchen-Wald, fast ohne Unterwuchs

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	-	-	-	-	-	-
Schluß (%):	100	-	-	-	-	5	-

Hauptstreulieferant(en): Picea, Larix

BODENTYP: Tangelmör-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Arm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv	0,5	100	100	0	96	-	-	-
Of	0,5	100	70	0	96	-	-	-
Ohf	2	100	40	0	96	-	-	-
Odfn	3	100	20	0	96	-	-	d
Odh1	10	100	0	0	98	-	-	d
Odh 2	15	100	0	0	100	0	0	d
Oh, Ca	4	100	0	0	70	0	30	-
knCh	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kümel
Lv	Nad, unzerkl	br	Kn-Br	±	-	-
Of	Nad, zu 30 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5
Ohf	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	-	<0,5
Odfh	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh, Ca	-	-	-	-	tief- schw	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Lv	sing	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, B	-	-
Ohf	fast d	F, 10 %, B	-	Cortitium bicolor
Odfh	d	F, M, 20 %, B	-	Cortitium bicolor
Odh1	d	G, 10 %, B	10 %	-
Odh2	d	G, 10 %, B	20 %	-
Oh, Ca	fast d, sub	G, 10 %, B	-	-

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung!

Lage	pH	C _{Org} Kalk (%) (%)		N _t (%)	C/N	C _o (ABSx (µg/g) 1000/g)	Mn _E (µg/g)	Al _E (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)
Lv	4,0	48	-	0,9	53	30	200	100	150	6,6
Of	4,0	48	-	1,3	40	20	200	150	420	6,8
Ohf	3,5	48	-	1,6	32	20	80	170	400	6,0
Odfh	3,3	48	-	1,5	34	10	20	200	380	6,1
Odh1	3,0	49	-	1,4	35	10	0	300	460	8,0
Odh2	2,9	50	-	1,4	36	0	0	540	580	9,2
Ch,Ca	5,2	35	0	2,0	25	980	80	820	2000	26,0

PROFIL 10

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Watzmannstock/Archenkanzel

TK: 8443, Königsee R: 72 940 H: 69 800 Profilaufnahme: Okt. 1982

Höhe (m): 1360 Neigung: 10 ° Exposition: SSO

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: in karrenähnlicher, ca. 40 cm breiter Hohlform 20 cm mächtige silikatische Deckschicht vermutlich äolischen Ursprungs über anstehendem Dachsteinkalkfels

VEGETATION: subalpiner Fichten-Lärchen-Wald, fast ohne Unterwuchs

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	-	-	-	-	-	-
Schluß (%):	100	-	-	-	-	5	-
Hauptstreulieferant(en): Picea, Larix							

BODENTYP: Tangelmör-Rendzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Arm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Gesteinsabrieb (%)	Verlehmungsprodukte (%)	
Lv	0,5	100	100	0	96	-	-	-
Of	0,5	100	70	0	94	-	-	-
Ohf	2	100	40	0	94	-	-	-
Odfh	3	100	20	0	96	-	-	d
Odn1	10	100	0	0	94	-	-	d
Odh2	15	100	0	0	98	-	-	d
Odh3	10	100	0	0	90	0	10	d
Ah, Ca	20	100	0	0	18	2	80	-
II kmCn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Krümel
Lv	Nad, unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Of	Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5
Ohf	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	-	<0,5
Odfh	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Ah, Ca	-	-	-	-	mittelbr	1-4

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Lv	sing	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, B	-	-
Ohf	fast d	F, 10 %, B	-	Cortitium bicolor
Odfh	d	F, M, 20 %, B	-	Cortitium bicolor
Odh1	d	G, 5 %, B	20 %	-
Odh2	d	G, 10 %, B	20 %	-
Odh3	d	G, 10 %, B	10 %	-
Ah, Ca	sehr lo, krü	F, 10 %, B	-	typische Regenwurmkrü; L-uL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	4,0	48	0	0,9	0,7	250	30	
Of	4,0	47	0	1,4	1,0	250	30	
Ohf	3,4	47	0	1,6	1,2	225	20	
Odfh	3,3	48	0	1,4	1,0	150	10	
Odh1	3,0	47	0	1,5	1,1	50	10	
Odh2	2,9	49	0	1,6	1,0	25	0	
Odh3	3,1	45	0	1,6	1,0	50	40	
Ah, Ca	6,3	9	2	2,1	1,2	25	3640	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	3,0	5,1	4,9	2,2	2,5	13,8	53	400
Of	3,1	5,3	4,5	2,1	2,2	4,5	40	310
Ohf	3,0	5,2	4,0	1,8	2,4	4,4	32	250
Odfh	2,9	5,0	3,4	1,6	2,0	2,2	38	330
Odh1	2,0	5,0	2,3	1,0	1,3	0	36	420
Odh2	1,8	4,5	2,1	0,7	1,5	0,4	32	310
Odh3	2,1	4,9	2,4	0,7	2,6	0,6	30	360
Ah, Ca	0,6	3,6	0,3	0,2	0,4	1,3	24	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	480	370	6,5	210	10	150	450	50	100	300
Of	500	300	6,8	210	20	420	600	110	160	350
Ohf	750	280	6,2	80	10	400	650	100	170	400
Odfh	460	310	6,0	10	10	400	600	120	190	550
Odh1	250	310	7,9	0	40	480	600	190	300	600
Odh2	100	330	10,8	0	80	800	1000	270	510	900
Odh3	110	380	10,9	0	100	850	1110	310	720	1450
Ah, Ca	50	170	15,3	10	0	2500	7000	0	1900	3200

PROFIL 11

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Watzmannstock/Archenkanzel

TK: 8443, Königsee

R: 72 940

H: 69 800

Profilaufnahme: Okt. 1982

Höhe (m): 1360

Neigung: 10°

Exposition: SSO

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: in karrenähnlicher, ca. 50 cm breiter Hohlform 20 cm mächtige silikatische Deckschicht vermutlich kälischen Ursprungs über anstehendem Dachsteinkalk

VEGETATION: subalpiner Fichten-Lärchen-Wald, fast ohne Unterwuchs

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	-	-	-	-	-	-
Schluß (%):	100	-	-	-	-	5	-
Hauptstreulieferant(en):	Picea, Larix						

BODENTYP: Tangelmör-Renpetrosolpseudogley¹⁾

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor					Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge-stains-abrieb (%)	Ver-leh-mungs-produkte (%)	
Lv	0,5	100	100	0	96	-	-	-
Of	0,5	100	70	0	94	-	-	-
Ohf	2	100	40	0	94	-	-	-
Odh	3	100	20	0	96	-	-	d
Odh1	10	100	0	0	94	-	-	d
Odh2	15	100	0	0	98	-	-	d
Odh3	10	100	0	0	90	0	10	d
Aheg	4	100	0	0	4	0	92	-
Bgh, Ca	10	100	0	0	10	1	89	-
Bh, Ca	10	100	0	0	12	2	86	-
IikmOn	anstehender Dachsteinkalkfels							

1) Die systematische Einordnung bereitet Schwierigkeiten. Zwei Merkmale prägen hauptsächlich das Profil: (1) Während der Schneeschmelze kommt es zu Haftrüsse in den organischen Lagen, im Aheg und weniger ausgeprägt im Bgh, Ca. Infolgedessen werden Fe und Al reduziert und vertikal wie lateral verlagert. (2) Im Untergrund anstehender Dachsteinkalk bedingt hohe Ca-Gehalte in den B-Horizonten (zugleich hohe Bioturbation im Bh, Ca durch Regenwürmer!). Daher kommt es wie in O-C-Kontaktlagen von Kalkpetrosolen zur Fällung mobiler organischer Substanzen durch Ca, während Fe und Al von Austauscherplätzen verdrängt werden und nur in Komplexbindung bzw. in Form von Oxiden und Hydroxiden vorliegen. Die Bezeichnung Renpetrosolpseudogley scheint der Horizontfolge im Mineralprofil am besten angepaßt.

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kümmel
Lv	Nad, unzerbr	br	Kn-Br	±	-	-
Of	Nad, zu 30 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5
Ohf	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	-	<0,5
Odfh	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Aheg	-	-	-	-	hellgr	-
Bgh, Ca	-	-	-	-	mar- riert	-
Bh, Ca	-	-	-	-	dubr	1-4

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, B	-	-
Ohf	fast d	F, 10 %, B	-	Cortitium bicolor
Odfh	d	F, M, 20 %, B	-	Cortitium bicolor
Odh1	d	F, G, 10 %, B	10	-
Odh2	d	G, 20 %, B	20	-
Odh3	d	G, 20 %, B	10	-
Aheg	dicht, platt	-	-	uL
Bgh, Ca	md, platt-krü	F, 5 %, B	-	uL
Bh, Ca	sehr lo, krü	F, 10 %, B	-	typische Regenwurmkrit, uL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{o)} N (%)	Am. ^{o)} N frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	3,9	48	0	0,9	0,8	250	30	
Of	3,9	47	0	1,3	1,0	275	20	
Ohf	3,5	47	0	1,7	1,1	250	20	
Odfh	3,3	48	0	1,4	1,0	150	10	
Odh1	3,1	47	0	1,5	1,0	75	10	
Odh2	3,2	49	0	1,5	0,9	50	30	
Odh3	3,2	45	0	1,6	1,0	50	50	
Aheg	4,2	2	0	2,5	0,8	50	1150	
Bgh,Ca	7,1	5	1	1,6	1,0	25	2500	
Bh,Ca	7,3	6	2	2,2	1,3	25	4080	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	3,2	5,1	5,0	4,3	2,3	12,8	54	380
Of	3,0	5,4	4,4	2,1	2,4	3,7	39	320
Ohf	3,1	5,1	4,1	1,9	2,6	4,9	30	280
Odfh	2,8	5,2	3,1	1,6	2,1	2,6	35	320
Odh1	1,9	5,0	2,0	1,1	1,6	0,1	34	400
Odh2	1,9	4,9	2,0	0,8	1,9	0,4	33	320
Odh3	2,1	5,4	2,3	0,9	2,4	0,5	31	350
Aheg	0,7	4,0	0,3	0	0	0	19	50
Bgh,Ca	0,9	3,8	0,4	0,3	0,1	3,4	28	20
Bh,Ca	1,0	3,1	0,6	0,6	0,2	2,5	24	0

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	460	310	6,3	180	10	130	400	80	80	400
Of	540	320	8,1	200	10	390	700	90	150	400
Ohf	710	310	6,5	70	20	360	500	80	140	400
Odfh	420	340	7,3	20	20	380	500	110	160	500
Odh1	230	350	8,9	0	20	500	600	170	290	500
Odh2	130	390	10,0	0	30	700	900	230	460	800
Odh3	150	410	11,3	0	50	900	1100	260	680	1200
Aheg	60	160	3,0	0	90	900	2400	1080	1120	2800
Bgh,Ca	80	100	10,1	6	0	2000	15000	0	1300	7600
Bh,Ca	70	80	14,0	10	0	2600	18000	0	3500	14300

PROFIL 12

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgägener Alpen/Watzmannstock/Kühroint

TK: 8443, Königsee R: 72 620 H: 70 760 Profilaufnahme: Sept. 1982

Höhe (m): 1420 Neigung: 13° Exposition: NNW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: tiefgründig entfestigte Lias-Kieselkalke und -Schiefer; Mittelhang

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Fichtenwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	25	10	-	3	-	-	-
Schluß (%):	40	30	-	10	20	10	70

Hauptstreulieferant(en): *Picea*, *Vaccinium myrtillus*, Moose

EDENTYP: Mör-Eisenhumuspodsol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)	Labor			Anh.
	Mäch- tig- keit (cm)	Dek- kung (%)			Org. Sub- stanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv	0,2	20	100	0	96	-	-	-
Ld	0,5	50	95	0	94	-	-	d Stap
Of	1	100	60	0	90	-	-	-
Odhf	4	100	40	0	88	-	-	d
Odfh	2	100	20	0	90	-	-	d
Odh	4	100	0	0	84	-	-	d
x ¹ AeOdh	3	100	0	20	50	-	-	d
x ² Ahe	8	100	0	40	8	-	-	-
x ³ Bh, ALFe	4	100	0	50	16	-	-	-
x ⁴ Bhs	8	100	0	50	8	-	-	-
x ⁵ Bhv	20	100	0	60	4	-	-	-
x ⁶ BvCv	entfestigte Kieseliefer und -Kieselkalke							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kümel
Lv	Nad (50 %), unzerbr; Zwstr-B1 (50 %), zu 25 % skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (90 %), unzerbr; Zwstr-B1 (10 %) nur Skelette	br-gr	Br	+	-	-
Of	nur Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5
Odhf	Nad (50 %), zu 50 % zerbr; Moosreste (50 %)	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odfh	nur Moosreste	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh	-	-	-	-	rotbr	<0,5
x'Ae Odh	-	-	-	-	dubr	<0,5
x'Ahe	-	-	-	-	gr	-
x'Bh, AlFe	-	-	-	-	dubr	-
x'Bhs	-	-	-	-	durotbr	-
x'Bhv	-	-	-	-	mibr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, Zwstr	-	-
Odhf	d	F, 20 %, Zwstr	-	-
Odfh	d	F, M, 20 %, Zwstr+B	-	-
Odh	d	G, 10 %, B	10 %, -	-
x'AeOdh	d	G, F, 30 %, B	-	-
x'Ahe	platt-brö	-	-	L-sL
x'Bh, AlFe	brö	-	-	L
x'Bhs	brö	-	-	L
x'Bhv	brö	-	-	sL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{-o)} N (%)	Am. ^{-o)} N frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	3,6	48	0	1,5	0,9	250	30	
Ld	3,5	47	0	1,4	1,0	250	30	
Of	3,2	45	0	1,9	1,3	200	10	
Odhf	2,9	44	0	1,7	1,2	125	10	
Odfh	2,7	45	0	1,6	1,1	75	10	
Odh	2,7	42	0	1,5	0,8	50	10	
x'AeOdh	2,9	25	0	2,1	1,6	25	40	
x̄Ahe	3,4	4	0	3,5	2,3	0	700	
x̄Bh, AlFe	3,5	8	0	2,8	1,9	0	4000	
x̄Bhs	3,9	4	0	2,4	1,6	0	2080	
x̄Bhv	4,4	2	0	2,4	1,7	0	2070	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	2,1	5,2	4,5	1,4	2,2	10,8	33	400
Ld	2,0	5,1	4,5	1,3	2,2	9,7	36	330
Of	3,3	5,9	4,4	1,2	2,4	8,7	26	240
Odhf	3,4	5,8	3,8	1,1	2,5	4,1	30	150
Odfh	2,2	5,7	2,7	0,6	1,5	3,7	31	90
Odh	1,7	6,9	2,2	0,3	1,6	0	33	150
x'AeOdh	1,5	4,6	2,0	0,5	1,2	5,0	24	90
x̄Ahe	0,9	3,1	1,1	0,3	0,8	0	14	50
x̄Bh, AlFe	0,7	1,8	0,6	0	0,5	0	18	30
x̄Bhs	0,7	1,1	0,7	0	0,4	0	21	30
x̄Bhv	0	0,7	0	0	0	0	21	0

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv	1110	320	3,4	210	10	70	100	60	70	100
Ld	800	240	3,5	150	10	100	100	80	80	100
Of	1420	350	2,1	90	30	210	500	110	140	400
Odhf	830	380	1,9	40	60	300	600	200	250	500
Odfh	310	470	2,0	30	120	600	700	550	680	1000
Odh	250	300	1,9	20	130	600	850	1360	1630	1850
x'AeOdh	160	100	0,8	10	60	450	900	860	1120	1900
x̄Ahe	70	40	0,3	0	20	180	700	600	660	1450
x̄Bh, AlFe	60	40	0,3	10	170	5300	21200	1810	2500	5200
x̄Bhs	120	40	0,3	30	50	2300	18800	1140	1240	5000
x̄Bhv	50	20	0,3	20	10	410	4500	360	1200	9600

PROFIL 10

Labordaten

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _{N frei} ^{o)} (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	4,0	48	0	0,9	0,7	250	30	
Of	4,0	47	0	1,4	1,0	250	30	
Ohf	3,4	47	0	1,6	1,2	225	20	
Odfh	3,3	48	0	1,4	1,0	150	10	
Odh1	3,0	47	0	1,5	1,1	50	10	
Odh2	2,9	49	0	1,6	1,0	25	0	
Odh3	3,1	45	0	1,6	1,0	50	40	
Ah, Ca	6,3	9	2	2,1	1,2	25	3640	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Iig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	3,0	5,1	4,9	2,2	2,5	13,8	53	400
Of	3,1	5,3	4,5	2,1	2,2	4,5	40	310
Ohf	3,0	5,2	4,0	1,8	2,4	4,4	32	250
Odfh	2,9	5,0	3,4	1,6	2,0	2,2	38	330
Odh1	2,0	5,0	2,3	1,0	1,3	0	36	420
Odh2	1,8	4,5	2,1	0,7	1,5	0,4	32	310
Odh3	2,1	4,9	2,4	0,7	2,6	0,6	30	360
Ah, Ca	0,6	3,6	0,3	0,2	0,4	1,3	24	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Fl _O (µg/g)
Lv	480	370	6,5	210	10	150	450	50	100	300
Of	500	300	6,8	210	20	420	600	110	160	350
Ohf	750	280	6,2	80	10	400	650	100	170	400
Odfh	460	310	6,0	10	10	400	600	120	190	550
Odh1	250	310	7,9	0	40	480	600	190	300	600
Odh2	100	330	10,8	0	80	800	1000	270	510	900
Odh3	110	380	10,9	0	100	850	1110	310	720	1450
Ah, Ca	50	170	15,3	10	0	2500	7000	0	1900	3200

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm, Krimel
Lv	Nad (90 %) unzerkl, Zwstr-B1 (10 %), völlig skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	nur Nad, unzerkl	br-gr	Br	+	-	-
Of	Nad, zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Odhf	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
Odfh	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5; 0,5-1
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh,Ca	-	-	-	-	tief- schw	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	Juliden
Of	Stap	F, 5 %, K	-	-
Odhf	d	F, 10 %, K + Zwstr	-	Cortitium bicolor
Odfh	d	F, M, 20 %, Zwstr + B	-	Glimmer Cortitium bicolor
Odh1	d	F, G, 20 %, B	-	Glimmer
Odh2	d	G, 10 %, B	10	Glimmer
Odh3	d	G, 5 %, B	20	Glimmer
Oh,Ca	fast d, sub	G, 20 %, B	-	Glimmer

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv	3,9	50	0	1,1	45	40	90
Ld	4,0	49	0	1,4	35	30	80
Of	3,7	49	0	1,5	33	30	90
Odhf	3,4	49	0	1,7	29	20	30
Odfh	3,5	46	0	1,7	29	0	10
Odh1	3,3	45	0	2,0	25	0	10
Odh2	3,7	46	0	1,5	33	0	10
Odh3	3,9	46	0	1,3	38	10	10
Oh, Ca	4,5	40	3	1,5	33	880	320

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 14

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgägener Alpen/Hagengebirge/Seeaukopf

TK: 8443, Königsee R: 75 100 H: 68 280 Profilaufnahme: Sept. 1979

Höhe (m): 1460 Neigung: 30° Exposition: NW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Dachsteinkalk, tiefgründig entfestigt, überdeckt/durchsetzt mit verlehmtter Lokalmoräne u./o. Kolikum; Mittelhang

VEGETATION: Fichtenwald, subalpine Stufe

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	30	10	5	2	-	-	-
Schluß (%):	70	30	10	10	-	10	5

Hauptstreulieferant(en): Picea

BODENTYP: Mullmoder-Lockerrendzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv 1	0,2	30	100	0	100	-	-	-
Lv 2	0,2	30	99	0	98	-	-	-
Ld	1,0	60	95	0	96	-	-	d Stap
Of	0,5	70	60	0	82	-	-	-
Ohf	0,5	40	40	0	70	-	30	-
x'AhOfn	2	100	20	20	56	5	39	-
\bar{x} Ah	15	100	0	50	22	14	64	-
\bar{x} Ahi	30	100	0	80	6	78	16	-
\bar{x} Cv	tiefgründig entfestigter Dachsteinkalk u. Lokalmoräne							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kümel
Lv 1	Nad, unzerbr	br	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	wie Lv 1	gr-br	Br	+	-	-
Ld	wie Lv 1	gr-br	Br	+	-	-
Of	Nad, zu 30 % zerbr	dugr	Br	+	-	0,5-1
Ohf	Nad, zu 90 % zerbr	dugr	Br	+	dubr	0,5-1
x'Ah ^{Ofh}	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	0,5-3
\bar{x} Ah	-	-	-	-	dubr	1-3
\bar{x} Ahi	-	-	-	-	mubr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv 2	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, K + B	-	-
Ohf	lo, krü	F, 10 %, K + B	-	Regenwurm
x'Ah ^{Ofh}	lo, krü	F + M, 10 %, K + B	-	Regenwurm
\bar{x} Ah	lo, krü	M + G, 10 %, B	-	typische Regenwurmkrü L
\bar{x} Ahi	lo, sing	M + G, 5 %, B	-	SL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000 /g)	Mn _E (µg/g)
Lv 1	4,3	50	0	1,0	50	50	300
Lv 2	3,8	49	0	1,2	41	90	350
Ld	4,7	48	0	1,6	32	60	380
Of	5,1	41	0	2,1	24	50	450
Ohf	4,4	35	0	2,1	23	40	320
x'AhOfn	4,5	28	5	2,0	25	290	670
\bar{x} Ah	6,1	11	14	2,7	18	970	750
\bar{x} Ahi	7,4	3	78	3,3	15	560	500

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Untersberg/Zehnerkaser

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 73 080 H: 83 000 Profilaufnahme: Aug. 1979

Höhe (m): 1620 Neigung: 23° Exposition: SW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: entfestigter Dachsteinkalkfels, mit silikatischer Deckschicht vermutlich kölischen Ursprungs; Oberhang

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Fichtenwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	10	-	-	-	-	-
Schluß (%):	50	10	-	-	50	5	30

Hauptstreulieferant(en): Picea, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea

BODENTYP: Mör-Pseudogleyterra fusca

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Ann.	
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge-stains-abrieb (%)		Ver-lehmungs-produkte (%)
Ln	0,2	10	100	0	98	-	-	-
Lv	0,2	30	100	0	100	-	-	-
Ld	0,5	100	95	0	98	-	-	d Stap
Of	1,5	100	60	0	94	-	-	-
Odhf	1,5	100	40	0	76	-	24	d
Odfh	5	100	20	0	70	-	30	d
Odh	10	100	0	0	64	-	36	d
Aheg	4	80	0	0	6	0	94	-
Bh, AlCa	4	60	0	0	16	0	84	-
x Bh v	10	100	0	30	12	0	88	-
x TBhv	20	100	0	90	8	29	63	-
II km Cn	Dachsteinkalk, schwach entfestigt.							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kümel
In	Nad (20 %), Zwstr-BI (80 %) unzerkl	br, grün, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Nad (50 %) unerzerkl; Zwstr- BI (50 %), zu 50 % skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (80 %) unzerkl; Zwstr-BI (20 %), nur Skelettbruchstücke	gr-br	Br	+	-	-
Of	nur Nad, zu 30 % zerbr	dugr	Br	+	-	0,5-1
Odhf	Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	< 0,5; 0,5-1
Odfh	-	-	-	-	rotbr	< 0,5
Odh	-	-	-	-	rotbr	< 0,5
Aheg	-	-	-	-	hell-gr	-
Bh, AlCa	-	-	-	-	dubr	-
\bar{x} Bhv	-	-	-	-	mibr	-
\bar{x} TBhv	-	-	-	-	mibr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	Herpotrichia nigra
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, Zwstr	-	-
Odhf	d	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Odfh	d	F, M, G, 30 %, Zwstr + B	-	-
Odh	d	G, 20 %, B	-	Glimmer
Aheg	d platt	-	-	uL
Bh, AlCa	md, brö	-	-	uL
\bar{x} Bhv	md, brö	F, G, 5 %, B	-	uL
\bar{x} TBhv	md, brö	F, 5 %, B	-	L-(t)L

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Ln	4,3	49	0	1,3	38	50	280
Lv	3,6	50	0	1,2	42	30	80
Ld	3,8	49	0	1,5	33	30	130
Of	3,7	47	0	1,7	29	30	110
Odnf	3,3	38	0	2,4	21	20	30
Odfh	3,2	35	0	1,9	27	10	0
Odh	3,2	32	0	2,0	25	90	0
Aheg	3,5	3	0	1,7	30	200	0
Bh, AlCa	4,6	8	0	2,5	20	1200	60
\bar{x} Bhv	5,5	6	0	1,7	30	1000	80
\bar{x} TBhv	6,9	4	29	1,3	40	950	120

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 16

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berdtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Schrecksattel

TK: 8342, Schneizlreuth R: 60 240 H: 78 520 Profilaufnahme: Aug. 1979

Höhe (m): 1610 Neigung: 25° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalkfels; Mittelhang

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Latschenbusch

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	-	-	-	1,5	-	-	-
Schluß (%):	-	-	-	100	80	5	70

Hauptstreulieferant(en): Pinus mugo, Vaccinium myrtillus, Moose

BODENTYP: Tangelmör-Renpetrosol (mächtig, tangelrohhumusartig)

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)	Labor			Arm.
	Mäch- tig- keit (cm)	Dek- kung (%)			Org. Sub- stanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv 1	0,5	10	100	0	100	-	-	-
Lv 2	0,5	50	99	0	100	-	-	-
Ld	1	80	95	0	100	-	-	d Stap
ÖdF	1	100	60	0	100	-	-	d
Ödhf1	2	100	50	0	100	-	-	d
Ödhf2	3	100	40	0	98	-	-	d
Ödhf3	4	100	30	0	98	-	-	d
Ödhf4	8	100	30	0	100	-	-	d
Ödhf5	10	100	50	0	98	-	-	d
Ödhf6	11	100	40	0	100	-	-	d
Ödfh1	10	100	20	0	100	-	-	d
Ödfh2	8	100	0	0	100	0	0	d
Oh, Ca	10	100	0	0	62	5	33	-
kmCn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung 1

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krimel
Lv 1	Nad (30 %), Zwstr-BI (70 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	Nad (50 %), unzerkl; Zwstr-BI (50 %), zu 50 % skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (80 %) unzerbr; Zwstr-BI (20 %), nur Skelette	gr-br	Br	+	-	0,5-2
Odf	nur Nad, zu 40 % zerbr	dugr	Br	+	-	0,5-1
Odhf1	nur Nad, zu 80 % zerbr	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odhf2	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odhf3	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odhf4	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odhf5	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odhf6	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odfh1	immer noch Nadelbruchstücke!	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odfh2	immer noch Nadelbruchstücke!	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Oh, Ca	-	-	-	-	tiefschw	1-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Lv 1	sing	-	-	-
Lv 2	sing	-	-	Herpotrichia nigra
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	Juliden
Odf	Stap	F, 20 %, Zwstr	-	-
Odhf1	d	F, M, 30 %, Zwstr	-	-
Odhf2	d	F, M, G, 30 %, Zwstr + Str	-	-
Odhf3	d	F, M, G, 30 %, Zwstr + Str	-	-
Odhf4	d	M, G, 20 %, Zwstr + Str	-	-
Odhf5	d	G, 10 %, Str	20	-
Odhf6	d	G, 10 %, Str	20	-
Odfh1	d	G, 10 %, Str	30	-
Odfh2	d	G, 10 %, Str	20	-
Oh, Ca	fast d, sub (kri)	F, M, 10 %, Str	-	Regenwurm

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS × 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv 1	4,0	50	0	0,9	56	20	120
Lv 2	3,7	50	0	1,0	50	30	100
Ld	3,6	50	0	1,2	42	20	80
Odf	3,3	50	0	1,3	38	20	25
Odfh1	3,1	50	0	1,2	42	20	15
Odfh2	2,9	49	0	1,0	49	10	10
Odfh3	2,8	49	0	1,2	41	10	10
Odfh4	2,8	50	0	1,1	45	20	0
Odfh5	2,8	49	0	1,1	45	20	0
Odfh6	2,9	50	0	1,0	50	10	0
Odfh1	3,1	51	0	1,5	34	10	0
Odfh2	3,5	50	0	1,7	29	20	0
Oh, Ca	5,6	31	5	1,6	31	2230	60

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} × 2)

PROFIL 17

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Schrecksattel

TK: 8342, Schneizlreuth R: 60 290 H: 78 660 Profilaufnahme: Sept. 1979

Höhe (m): 1650 Neigung: 36° Exposition: S

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender, schwach klüftiger Dachsteinkalkfels; Mittelhang

VEGETATION: zwergstrauchreicher subalpiner Latschenbusch

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	-	-	-	1-2	-	-	-
Schluß (%):	-	-	-	100	80	5	10

Hauptstreulieferant(en): Pinus mugo, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea, Erica carnea

BODENTYP: Mör-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv	1	100	98	0	100	-	-	-
Ld	0,5	50	95	0	100	-	-	d Stap
Of	1,5	100	70	0	100	-	-	-
Ohf	2	100	30	0	100	-	-	-
Odjh	5	100	5	0	100	-	-	d
Odh	3	100	0	0	100	0	0	d
Oh, Ca	2	100	0	0	94	0	6	-
kmCh	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Krimel
Iv	Nad (50 %), Zwstr-Bl (50 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	CS
Ld	Nad (80 %), unzerkl; Zwstr-Bl (20 %) skelettiert (V.myrt), unzerkl (V.vitis)	grbr	Br	+	-	-
Of	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	-	-
Ohf	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odfh	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh,Ca	-	-	-	-	tief- schw	<0,5; 0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Ann.	
			tot Anteil	
Iv	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, Zwstr	-	Juliden
Ohf	fast d	F, M, 20 %, Zwstr	-	Cortitium bicolor
Odfh	d	F, M, G, 10 %, Zwstr + Str	10 %	-
Odh	d	G, 10 %, Str	10 %	Glimmer
Oh,Ca	fast d, sub (kri)	F, M, 10 %, Str	-	Glimmer, Regenwurm

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _O ^{o)} (ABS x 1000 /g)	Mn _E (µg/g)
Lv	3,7	53	0	0,8	59	20	150
Ld	3,7	52	0	1,0	52	20	190
Of	3,6	52	0	1,3	40	10	170
Ohf	3,5	52	0	1,2	43	10	60
Odfh	3,5	52	0	1,0	52	10	20
Odh	3,4	51	0	1,0	51	10	10
Oh, Ca	4,9	47	0	1,3	39	420	40

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 18

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Untersberg/Störweg

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 73 980 H: 82 020 Profilaufnahme: Sept. 1979

Höhe (m): 1180 Neigung: 21 ° Exposition: 0

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ramsa dolomithangschutt durchsetzt mit Dachsteinkalkbergsturzböcken überdeckt mit ca. 35 cm mächtiger silikatischer Deckschicht vermutlich Eolischen Ursprungs

VEGETATION: Fichtenwald mit einzelnen Tannen

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	10	-	1-2	-	-	-
Schluß (%):	60	5	-	5	5	40	5

Hauptstreulieferant(en): Picea, Abies, reiche Krautschicht mit vielen Arten geringer Artenmächtigkeit

BODENTYP: Moder-Parabraunerde

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Gesteinsabrieb (%)	Verlehmungsprodukte (%)	
Lv	0,2	30	100	0	100	-	-	-
Ld	0,2	60	95	0	100	-	-	d Stap
Of	0,5	60	80	0	92	-	-	-
Ohf	1	100	40	0	88	0	12	-
AhOfh	1	100	10	0	58	0	42	-
Ah	4	100	0	0	24	0	76	-
Ahl	10	100	0	0	8	0	92	-
Bht	20	100	0	0	4	0	96	-
IIxV	Ramsa dolomit u. Dachsteinkalkhangschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (µm) dcm. Krümel
Lv	Nad, unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	wie Lv	brgr	Br	+	-	-
Of	Nad 50 % zerbr	dugr	Br	+	-	-
Ohf	wie Of	dugr	Br	+	dubr	0,5-1
AhOfh	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	0,5-1
Ah	-	-	-	-	dubr	1-3
Ahl	-	-	-	-	mibr	-
Bht	-	-	-	-	mibr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Ann.	
			tot Anteil	
Lv	siq	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	Herpotrichia nigra
Of	Stap	F, 5 %, K	-	-
Ohf	Stap, auf- weitend	F, 10 %, K	-	Glimmer, Regenwurm
Ah Ofh	lo, krü	F, M, 10 %, B	-	Glimmer, Regenwurm
Ah	sehr lo, krü-brö	F, G, 10 %, B	-	Regenwurm uL-L
Ahl	lo brö-sub	F, G, 10 %, B	-	uL
Bht	lo sub-pol	F, 5 %, B	-	tl

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000 /g)	Mn _E (µg/g)
Lv	3,9	52	0	1,1	47	50	150
Ld	3,7	52	0	1,5	35	50	160
Of	3,7	46	0	2,1	24	30	110
Ohf	3,6	44	0	1,9	26	30	90
Ah Ofh	3,4	29	0	2,2	22	180	110
Ah	3,5	12	0	2,9	17	840	120
Ahl	3,9	4	0	2,5	20	780	140
Bht	4,5	2	0	2,5	20	890	50

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 19

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Untersberg/Berchtesgadener Hochthron

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 74 120 H: 84 360 Profilaufnahme: Aug. 1979

Höhe (m): 1950 Neigung: 33° Exposition: W

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalk, schwach entfestigt, Mittelhang

VEGETATION: Latschenbusch in Hangmoor

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	-	-	-	0,5-1	-	-	-
Schluß (%):	-	-	-	40	40	-	100

Hauptstreulieferant(en): Pinus mugo, Vaccinium myrillus, V. vitis idaea, Empetrum nigrum; Moose

BODENTYP: Hangmoor-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- lehmungs- pro- dukte (%)	
Lv	0,2	30	100	0	96	-	-	-
Ldv	0,2	30	95	0	96	-	-	-
Hf	7	100	80	0	96	-	-	-
Hdf1	10	100	80	0	96	-	-	d
Hdf2	10	100	80	0	94	-	-	d
Hdhf1	9	100	40	0	94	-	-	d
Hdf3	4	100	80	0	94	-	-	d
Hdfh	4	100	20	0	80	-	-	d
Hdf4	4	100	70	0	88	-	-	d
Hdh1	4	100	0	0	80	-	-	d
Hdf2	3	100	40	0	84	-	-	d
Hdh2	10	100	0	0	74	-	-	d
Hdh3	7	100	0	0	84	-	-	d
Hdh4	10	100	0	0	76	0	0	d
\bar{x} AhHh, Ca	10	100	0	50	54	0	46	-
kmQn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kritzel
Lv	Nad (80 %), Zwstr-BI (20 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ldv	nur Nad, unzerbr	brgr	Br	+	-	-
Hf	Nad (30 %), 50 % zerbr; Sphagnumreste (70 %)	dugr- gelbgr	Br	+	-	-
Hdf1	nur Sphagnumreste	gelbgr	-	+	-	-
Hdf2	nur Sphagnumreste	gelbgr	-	+	-	-
Hdhf1	nur Sphagnumreste	gr	-	+	-	-
Hdf3	nur Sphagnumreste	gr	-	+	-	-
Hdfh	nur Sphagnumreste	dugr	-	+	-	-
Hdf4	nur Sphagnumreste	gr	-	+	-	-
Hdh1	-	-	-	-	dubr	-
Hdhf2	nur Sphagnumreste	dugr	-	+	-	-
Hdh2	-	-	-	-	rotbr	-
Hdh3	-	-	-	-	rotbr	-
Hdh4	-	-	-	-	rotbr	-
xAhHh, Ca	-	-	-	-	tief- schw	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ldv	Stapel- ansätze	-	-	Herpotrichia nigra
Hf	lo	F, 5 %, Zwstr	-	-
Hdf1	gepreßte Pakete	F, M, 10 %, Zwstr	-	-
Hdf2	gepreßte Pakete	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Hdhf1	d	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Hdf3	gepreßte Pakete	M, 10 %, Zwstr	-	-
Hdfh	d	M, 5 %, Zwstr	-	-
Hdf4	gepreßte Pakete	M, 5 %, Zwstr	10 %	-
Hdh1	d	-	10 %	-
Hdhf2	d	-	20 %	-
Hdh2	d	-	20 %	-
Hdh3	d	-	20 %	-
Hdh4	d	G, 5 %, Str	10 %	Glimmer
xAhHh, Ca	fast d, brü-sub-pol	F, M, 5 %, Str	-	Glimmer

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv	3,6	48	0	0,7	69	30	230
Ldv	3,5	48	0	1,0	48	50	150
Hf	3,2	48	0	0,7	69	20	80
Hdf1	2,9	48	0	0,5	96	10	30
Hdf2	2,9	47	0	0,9	59	10	20
Hdhf1	2,8	47	0	1,1	47	20	10
Hdf3	2,8	47	0	0,7	78	10	0
Hdfh	2,9	40	0	1,6	31	20	0
Hdf4	2,9	44	0	1,3	40	10	0
Hdh1	3,1	40	0	1,5	33	20	10
Hdhf2	3,1	42	0	1,2	42	20	0
Hdh2	3,3	37	0	1,5	34	30	0
Hdh3	3,4	42	0	1,4	35	40	0
Hdh4	3,7	38	0	1,9	38	50	20
\bar{x} AhHh, Ca 5,0		27	0	1,6	30	1260	510

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 20

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Hohe Tauern/Felbertauerntal/unter Brennhütten-K.

Profilaufnahme: Juli 1982

Höhe (m): 1570 Neigung: 5 ° Exposition: w

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Zentralgneisblock auf Bergsturzhalde

VEGETATION: sehr lichter Zirben-Lärchen-Bestand mit zwergstrauchreichem Unterwuchs

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	30	5	-	-	-	-	-
Schluß (%):	10	10	-	-	60	-	80

Hauptstreulieferant(en): Pinus cembra, Larix, Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, div. Moose, aber keine lebenden Schaggen

BODENTYP: Hangmoortangelmör-Ranpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Verlehmungsprodukte (%)	Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)		
Inv	0,2	20	100	0	100	-	-	-
Lv	0,2	40	98	0	98	-	-	-
Ld	1	60	95	0	94	-	-	d Stap
Of	3	100	60	0	92	-	-	-
Ohf	3	100	30	0	94	-	-	-
Odfh1	3	100	20	0	96	-	-	d
Odh	15	100	0	0	96	-	-	d
Odfh2	15	100	20	0	100	-	-	d
Hdf	4	100	80	0	88	-	-	d
HdhAlFe	3	100	0	0	74	-	-	i
qmOh	anstehender Zentralgneis							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dm. Kümel
Inv	Zi-Nad (50 %), Rhod-Bl (50 %) unzerkl	br, Glanz	Kn-Br	-	-	-
Lv	Zi-, Fi-, Ld-Nad (70 %), Zwstr- Bl (30 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (90 %), Zwstr-Bl (10 %) unzerkl	brgr	Br	+	-	-
Of	wie Ld, immer zerkl	dugr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Ohf	Nadelbruch (70 %), Moos- reste (30 %)	- dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Od fh1	wie Ohf	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Od fh2	nur Moosreste	dugr	-	+	rotbr	<0,5
Hdf	nur Sphagnumreste	gr	-	+	gr-rot- br	<0,5
Hdh, AlFe	-	-	-	-	dubr	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 30 %, Zwstr	-	-
Ohf	fast d	F, M, 50 %, Zwstr	-	-
Od fh1	d	F, M, 50 %, Zwstr	-	-
Odh	d	M, G, 20 %, Zwstr + B	-	-
Od fh2	d	M, G, 20 %, Zwstr + B	10	-
Hdf	gepreßte Pakete	M, G, 10 %, Zwstr + B	-	-
Hdh, AlFe	d	F, M, G, 20 %, Zwstr + B	10	Glimmer, Quarze

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{a)} (%)	C/N	C _O ^{a)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lnv	3,8	51	0	0,6	85	30	360
Lv	3,6	49	0	0,8	61	50	300
Ld	3,7	47	0	1,2	43	50	380
Of	3,3	46	0	1,5	33	20	85
Ohf	3,1	47	0	1,5	34	20	50
Odfh1	2,8	48	0	1,4	37	20	10
Odh	2,8	48	0	1,3	40	20	0
Odfh2	2,5	50	0	1,2	42	10	0
Hdf	2,8	44	0	0,7	73	20	0
Hdh,AlFe	2,9	37	0	1,8	28	170	0

^{a)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 21

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Wimbachgries

TK: 8443, Königsee R: 66 650 H: 68 880 Profilaufnahme: Sept. 1980
 Höhe (m): 1110 Neigung: 6 ° Exposition: ONO

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Mur- und Schwemmschuttfächer, aufgebaut aus Ramsaublomit; periodische Überschlüftung

VEGETATION: *Dryas octopetala* - Polster (am Profil durchgehende Deckung)

Schicht: B1 B2 B3 Str Zwstr K M

Höhe (m):

Schluß (%):

Hauptstreulieferant(en): *Dryas*; dazu vereinzelt eingewehte (?) u./o. eingeschwenkte Nadeln von *Pinus mugo*

BOEDENTYP: Renskelettosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme			Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	
Lv 1	0,2	10	99	0	82	-	-
Lv 2	0,2	10	95	0	76	-	-
\bar{x} Cfhv	2,0	60	20	70	4	81	15
\bar{x} Chv	10	100	0	90	2	92	6
\bar{x} kICn	Ramsaublomitschutt						

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kornel.
Lv 1	Dryasbl (80 %), Nad (20 %), unzerkl	gr-br	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	Dryasbl (80 %), zerbr; Nad (20%), unzerkl	gr-br	Br	+	-	-
\bar{x} Cfhv	wie Lv 2, nur Bruchstücke	gr-br	Br	+	dugr	-
\bar{x} Chv	-	-	-	-	migr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv 2	sing	-	-	Juliden, Regenwürmer
\bar{x} Cfhv	lo sing (-brö)	F + M, 5 %	-	S
\bar{x} Chv	lo sing	F + M, 2 %	-	S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv 1	5,4	41	0	1,5	34	40	20
Lv 2	6,0	38	12	1,3	38	50	30
\bar{x} Cfhv	7,9	2	81	2,5	20	50	30
\bar{x} Chv	8,2	1	92	0	-	80	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 22

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Wimbachgries

TK: 8443, Königsee R: 66 450 H: 68 250 Profilaufnahme: Sept. 1980

Höhe (m): 1180 Neigung: 7° Exposition: O

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Mur- und Schwemmschutfächer, aus Ramsa dolomit; periodische bis episodische Überschlüttung

VEGETATION: initialer Latschenbusch mit Zwerg- und Spaliersträuchern

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	-	-	-	0,5	-	-	-
Schluß (%):	-	-	-	20	30	20	10

Hauptstreulieferant(en): Pinus mugo, Erica, Dryas, Gräser

BODENTYP: Mull-Renskelettosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Gesteinsabrieb (%)	Verlehmungsprodukte (%)	
Lv 1	0,5	60	100	0	96	-	-	-
Lv 2	0,3	30	95	0	98	-	-	-
x Cfv	2,5	100	10	60	24	77	0	-
x Chv	5	100	0	90	4	94	2	-
x lCn	Ramsa dolomitschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kümmel
Lv 1	Zwstr-BI unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	Zwstr-BI (50 %), Nad (50 %) unzerkl	br	Br	+	-	-
\bar{x} Cfhv	nur Bruchstücke v. Nad (90 %), Zwstr (10 %)	dubr	Br	+	dugr	-
\bar{x} Chv	-	-	-	-	migr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv 2	sing	-	-	-
\bar{x} Cfhv	lo, brö	F, 20 %, K, Zwstr	-	Juliden, Regenwürmer S
\bar{x} Chv	lo, sing (brö)	F, M, 10 %, K, Zwstr	-	Juliden, Regenwürmer S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv1	4,4	48	0	0,9	53	40	20
Lv2	4,8	49	0	0,9	54	30	70
\bar{x} Cfhv	7,0	12	77	1,7	30	320	60
\bar{x} Chv	7,9	2	94	2,5	20	480	30

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 23

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Wimbachgries

TK: 8443, Königsee R: 66 400 H: 68 300 Profilaufnahme: Sept. 1980

Höhe (m): 1185 Neigung: 10 ° Exposition: O

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Mur- und Schwemmschuttfächer aus Ramsaudolomit; episodische Überschüttung

VEGETATION: tiefsubalpiner Latschenbusch mit Gräsern und einzelnen Zwergsträuchern

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	-	-	-	1-1,5	-	-	-
Schluß (%):	-	-	-	70	40	50	10

Hauptstreulieferant(en): Pinus mugo, Erica, Gräser

BODENTYP: Mullmoder-Renskelettosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor		Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- rungs- pro- dukte (%)	Anm.
	Mäch- tig- keit (cm)	Dek- lung (%)	Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)				
Lv 1	0,5	50	95	0	94	-	-	-
Lv 2	0,2	10	100	0	100	-	-	-
Ld	1,5	100	95	0	100	-	-	d Stap
Of	1	100	70	0	100	-	-	-
Ohf	1	100	30	0	96	-	-	-
$\bar{x}_{Oh, Ca}$	3	100	0	50	62	39	0	-
\bar{x}_{Chv1}	4	100	0	70	28	72	0	-
\bar{x}_{Chv2}	10	100	0	70	4	91	5	-
\bar{x}_{Cv}	30	100	0	90	-	-	-	-
\bar{x}_{k1Cn}	Ramsaudolomitschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Lv 1	Grasbl, unzerkl	gr	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	nur Nad, unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	nur Nad, unzerkl	brgr	Br	+	-	-
Of	Nad, 50 % zerbr	brgr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Ohf	nur Nadelbruchstücke	brgr	Br	+	schwbr	0,5-3
\bar{x} Oh, Ca	-	-	-	-	schw	0,5-3
\bar{x} Chv1	-	-	-	-	dugr	(0,5-3)
\bar{x} Chv2	-	-	-	-	nigr- dugr	-
\bar{x} Cv'	-	-	-	-	hellgr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv 2	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	Juliden, Regenwürmer
Of	Stap	F, 10 %, K + Zwstr	-	Juliden, Regenwürmer
Ohf	Stap auf- weitend, lo	F, M, 30 %, K + Zwstr	-	Juliden, Regenwürmer
\bar{x} Oh, Ca	lo, krü	F, M, 30 %, K + Zwstr	-	-
\bar{x} Chv1	lo, krü-brö	F, M, 20 %, K + Zwstr	-	S
\bar{x} Chv2	lo, sing-brö	F, M, 10 %, K + Zwstr	-	S
\bar{x} Cv	lo, sing	F, 1 %, K + Zwstr	-	S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv 1	3,8	47	0	1,0	52	40	20
Lv 2	4,0	51	0	0,5	102	50	70
Ld	3,9	51	0	0,8	64	20	20
Of	4,5	50	0	0,9	56	40	60
Ohf	4,9	48	0	1,0	48	40	90
\bar{x} Oh, Ca	6,3	31	39	1,5	34	620	110
\bar{x} Chv1	7,1	14	72	1,8	28	530	100
\bar{x} Chv2	8,0	2	91	2,5	20	430	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 24

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Wimbachgries

TK: 8443, Königsee R: 66 200 H: 68 600 Profilaufnahme: Sept. 1980

Höhe(m): 1180 Neigung: 7° Exposition: O

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Mur- und Schwemmschuttfächer aus Ramsaudolomit; ohne rezente Überschüttung

VEGETATION: Spirkelwald mit dichtem Unterwuchs aus Latsche, Zwergsträuchern und Gräsern

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	10	-	-	1-5	-	-	-
Schluß (%):	20	-	-	40	50	40	5
Hauptstreulieferant(en):	Pinus mugo, Rhododendron hirsutum, Erica carnea, Vaccinium vitis idaea, Gräser						

BODENTYP: Tangelmoder-Renskelettosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor		Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge-steins-abrieb (%)	Ver-lehmungs-produkte (%)	
Lv 1	1	40	98	0	92	-	-	-
Lv 2	0,5	40	100	0	100	-	-	-
Ld	1	100	95	0	100	-	-	d Stap
Of	2	100	70	0	100	-	-	-
Ohf	5	100	30	0	100	-	-	-
x'ofh	11	100	10	10	100	0	0	-
$\bar{x}CvOh, Ca1$	5	100	0	50	80	21	0	-
$\bar{x}CvOh, Ca2$	5	100	0	70	61	39	0	-
$\bar{x}Chv$	10	100	0	70	4	96	0	-
$\bar{x}klCn$	Ramsaudolomitschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Krimel
Lv 1	nur Grasbl, unzerkl	gr	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	nur Nad, unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (50 %), Zwstr (50 %) unzerkl	brgr	Br	+	-	-
Of	Nad (50 %), zu 50 % zerbr, Zwstr-Bl (50 %), zu 80 % zerbr od. skelettiert	dugr	Br	+	-	0,5-3
Ohf	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	0,5-3
x'Ofh	nur Nadelbruchstücke	dugr	Br	+	schwbr	0,5-3
\bar{x} CvOh, Ca1	-	-	-	-	schw	0,5-3
\bar{x} CvOh, Ca2	-	-	-	-	grschw	0,5-3
\bar{x} Chv	-	-	-	-	hellgr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Ann.
Lv 2	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, K	-	-
Ohf	lo, Stap aufweitend	F, M, 30 %, K + Zwstr	-	Regenwurm
x'Ofh	sehr lo, krü	F, M, 20 %, K + Zwstr	10 %	-
\bar{x} CvOh, Ca1	sehr lo, krü	F, M, 10 %, K + Zwstr	-	-
\bar{x} CvOh, Ca2	sehr lo, krü	F, M, 5 %, K + Zwstr	-	-
\bar{x} Chv	sing	F, M, 2 %, K + Zwstr	-	S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv 1	4,0	46	0	1,0	54	40	30
Lv 2	4,0	52	0	0,6	87	30	90
Ld	3,7	51	0	0,6	85	20	70
Of	3,7	50	0	0,7	71	20	60
Ohf	3,7	52	0	1,1	47	20	60
x'Ofh	4,1	51	0	1,4	36	120	50
\bar{x} CvOh, Ca 1	4,2	40	21	1,8	29	400	40
\bar{x} CvOh, Ca2	5,8	29	43	1,6	32	250	40
\bar{x} Chv	7,2	2	96	5,0	10	3 00	30

^{o)} Bezogen auf
org.Substanz
(C_{org} x 2)

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Rastnock

TK: 8342, Schneizlreuth R: 59 380 H: 80 320 Profilaufnahme: Aug. 1979

Höhe(m): 850 Neigung: 33 ° Exposition: SW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ransaudolomitangenschuttdecke; Mittelhang

VEGETATION: Zwergstrauchreicher montaner Kiefernwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe(m):	30	10	-	1	-	-	-
Schluß(%):	20	20	-	30	80	10	10
Hauptstreulieferant(en):	Pinus sylvestris, Pteridium, Erica, Vaccinium myrtillus, V. vitis idaea, Calluna						

BODENTYP: Tangelmör-Renlockersyrosem (tangelskelettosolartig)

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv 1	1	30	100	0	96	-	-	-
Lv 2	2	30	100	0	98	-	-	-
Ld	0,5	60	95	0	100	-	-	d Stap
Of	1	100	80	0	98	-	-	-
Odfh	1,5	100	10	0	96	-	-	d
Odh1	5	100	0	0	96	-	-	d
Odh2	8	100	0	0	94	-	-	d
Odh3	8	100	0	0	96	-	-	d
Odh4	8	100	0	0	94	0	6	d
Oh, CaMg	8	100	0	0	80	8	12	-
\bar{x} OhAi	5	100	0	60	38	47	15	-
\bar{x} k1Cn	Ransaudolomitangenschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Lv 1	nur Pteridium-BI, Bruchstücke	br	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	Nad (70 %), Pteridium-BI (30 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	wie Lv 2	brgr	Br	+	-	-
Of	Erica-BI (60 %); Nad (40 %), zu 50 % zerbr	dugr	Br	+	-	-
Odfh	nur Erica-BI, 50 % zerbr	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh4	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh, CaMg	-	-	-	-	tiefschw	0,5-1
\bar{x} OhAi	-	-	-	-	tiefschw	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Lv 1	sing	-	-	-
Lv 2	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 20 %, Zwstr	-	-
Odfh	d	F, 30 %, Zwstr	-	Cortitium bicolor
Odh1	d	F, M, 20 %, Zwstr	-	-
Odh2	d	F, M, G, 20 %, Zwstr + B	-	-
Odh3	d	F, M, G, 10 %, Zwstr + B	10 %	Glimmer
Odh4	d	F, M, G, 5 %, Zwstr + B	20 %	Glimmer
Oh, CaMg	fast d, sub	F, M, 10 %, B	-	Glimmer
\bar{x} OhAi	lo, brö-sing	F, M, 5 %, B	-	1S-(1)S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv 1	4,0	48	0	1,3	37	20	30
Lv 2	3,8	49	0	1,2	41	30	80
Ld	4,0	50	0	1,3	38	20	80
Of	4,0	49	0	1,5	33	40	80
Odfh	3,7	48	0	1,7	30	10	30
Odh1	3,4	48	0	1,7	30	10	0
Odh2	3,3	47	0	1,7	29	10	0
Odh3	3,5	48	0	1,7	30	10	0
Odh4	3,6	47	0	1,7	29	20	0
Oh, CaMg	5,1	40	8	2,1	23	730	20
xOhAi	6,7	19	47	2,1	24	1020	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 26

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Untersberg/Nierentalkopf

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 71 120 H: 82 350 Profilaufnahme: Sept. 1979

Höhe (m): 840 Neigung: 30° Exposition: S

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ramsaudolomithangschutt mit silikatischer Deckschicht (Xolikum oder Zwischenschichtmaterial); Mittelhang

VEGETATION: grasreicher montaner Kiefernwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	20	5	-	-	-	-	-
Schluß (%):	50	10	-	-	-	100	5

Hauptstreulieferant(en): Pinus sylvestris, Gräser

BODENTYP: Mullmoder-Lockerrendzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Ann.	
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge-steins-abrieb (%)		Ver-lehmungs-produkte (%)
Lv	0,5	30	99	0	96	-	-	-
Ld	1	100	95	0	98	-	-	d Stap
Of	1	100	80	0	96	-	-	-
Ofh	1	100	10	0	74	-	-	-
OhAh	8	100	0	0	40	0	60	-
\bar{x} Ah	15	100	0	70	24	5	71	-
\bar{x} k1Cn	Ramsaudolomithangschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Krümel
Lv	Grasbl, unzerkl	gr	Kn-Br	+	-	-
Ld	Grasbl (50 %), Nad (50 %), unzerkl	gr-br	Br	+	-	-
Of	wie Ld	gr-br	Br	+	-	0,5-1
Ofh	nur Grasbl- (30 %) u. Nad-bruchst (70 %)	gr-br	Br	+	dubr	0,5-1
OhAh	-	-	-	-	dubr	0,5-5
xAh	-	-	-	-	dubr- mibr	0,5-5

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, K	-	-
Ofh	lo, krü	F, 50 %, K	-	Regenwurm
OhAh	lo, krü	F, G, 30 %, K + B	-	Regenwurm uL
x Ah	lo, krü	F, G, 5 %, K + B	-	typ. Regenwurmkrü uL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Iv	4,3	48	0	1,0	48	20	10
Ld	4,8	49	0	1,2	41	20	40
Of	5,0	48	0	1,4	34	50	60
Ofh	4,9	37	0	1,6	31	40	100
ChAh	5,8	20	0	2,3	22	770	210
\bar{x} Ah	7,2	12	5	3,3	15	930	90

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 27

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Vockenstein

TK: 8342, Schneizlreuth R: 60 610 H: 80 780 Profilaufnahme: Sept. 1979

Höhe (m): 830 Neigung: 27 ° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ramsauidolomithangschutt mit silikatischer Deckschicht (Xolikum, Ferrmoräne, Zwischenschichtmaterial); Mittelhang,

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	30	5	1	-	-	-
Schluß (%):	90	40	30	10	-	10	-
Hauptstreulieferant(en):	Fagus						

BODENTYP: Mullmoder-Lockerrandzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme			Labor				Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- lehmungs- produkte (%)	
Ln	0,2	10	100	0	100	-	-	-
Lv	0,5	50	100	0	98	-	-	-
Ld	1	100	98	0	94	-	-	d Stap
Of	1,5	100	80	0	94	-	-	-
x'Ohf	0,5	80	40	10	84	0	16	-
\bar{x} Ah1	4	100	0	40	26	28	46	-
\bar{x} Ah2	10	100	0	60	16	34	50	-
\bar{x} Ahi	15	100	0	70	10	63	27	-
I \bar{x} k1 Cn	Ramsauidolomithangschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (µm) dom. Kümel
ln	Bl unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Bl 50 % unzerkl, 50% mit bis zu 50 % d. Spreite fehlend	br (90%) gelb(10%)	Kn-Br	±	-	-
Ld	wie Lv	br(75%) gelb(25%)	Br	+	-	-
Of	wie Lv	br(75%) gelb(25%)	Br	+	-	<0,5;1-3
x'Chf	immer zerbr, i.d.R. $\geq \frac{1}{2}$ d. Spreite fehlend	dugr	Br	+	dubr	<0,5;1-3
\bar{x} Ah1	-	-	-	-	dubr	1-3
\bar{x} Ah2	-	-	-	-	dubr	-
\bar{x} Ahi	-	-	-	-	mibr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
ln	sing	-	-	-
Lv	sing	-	-	-
Ld	4 Stap, abhebbar	-	-	Juliden
Of	Stap	F, 20 %, B	-	Regenwürmer
x'Chf	Stap, aufweitend	F, 30 %, B	-	Glimmer
\bar{x} Ah1	lo, krü	F, M, G, 20 %, B	-	Mäuse uL
\bar{x} Ah2	lo, krü	F, M, 5 %, B	-	uL-sL
\bar{x} Ahi	lo, krü-sing	F, M, 5 %, B	-	SL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} ^{o)} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{o)} N (%)	Am. ^{o)} N frei (µg/g)	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Ln	5,1	50	0	1,0	0,8	325	90	
Lv	4,5	49	0	1,3	0,9	175	40	
Ld	5,0	47	0	1,6	0,9	150	50	
Of	5,0	47	0	1,7	1,0	125	50	
x'Ohf	5,4	42	0	1,9	1,1	75	80	
\bar{x} Ah1	7,1	13	28	3,3	2,3	0	860	
\bar{x} Ah2	7,4	8	34	4,1	3,1	25	1040	
\bar{x} Ahi	7,4	5	63	3,7	2,5	0	870	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000/g)
Ln	2,2	2,9	0,6	1,5	5,3	7,5	50	510
Lv	1,7	2,3	1,0	1,4	4,0	6,9	37	430
Ld	1,8	2,4	0,9	1,3	5,1	5,7	32	380
Of	1,4	2,2	0,8	1,0	2,9	5,7	29	250
x'Ohf	1,3	2,2	0,9	1,0	2,0	3,7	27	180
\bar{x} Ah1	0,7	1,9	0,6	0,4	0,6	2,4	17	50
\bar{x} Ah2	0,6	1,9	0,6	0,6	0,4	2,2	14	40
\bar{x} Ahi	0,6	0,8	0	0,5	0,2	0	20	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	M _{IIa} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Ln		2600	5,6	250		20	20		20	30
Lv		810	12,0	230		70	100		40	40
Ld		880	9,2	280		100	250		40	150
Of		1090	10,0	320		220	400		60	200
x'Ohf		1800	11,6	350		480	1050		130	900
\bar{x} Ah1		3100	20,6	720		860	3250		390	3300
\bar{x} Ah2		2700	17,2	760		660	3600		350	3850
\bar{x} Ahi		2400	13,0	420		360	2550		290	2800

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Lattengebirge/Rotofensattel

TK: 8434, Berchtesgaden West R: 69 150 H: 84 320 Profilaufnahme: Sept. 1982

Höhe (m): 1280 Neigung: 35° Exposition: S

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ramsauidolomithangschutt mit silikatischer Deckschicht (Xolikum, Zwischenschichtmaterial); Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-berrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	20	5	3	-	-	-
Schluß (%):	50	50	30	20	-	40	-
Hauptstreulieferant(en):	Fagus, Acer pseudoplatanus						

BODENTYP: Mull-Lockerrendzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)	Labor			Anm.
	Mäch- tig- keit (cm)	Dek- kung (%)			Org. Sub- stanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
In	0,2	20	100	0	96	-	-	-
Lv	0,5	80	95	0	88	-	-	-
(Ah)Lvd	1	30	90	0	68	0	32	-
(Lv)Ah	4	100	10	0	18	2	80	-
\bar{x} Ah1	7	100	0	30	12	7	81	-
\bar{x} Ah2	8	100	0	50	8	9	83	-
II \bar{x} k1Cn	Ramsauidolomitschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Ln	Bu (80 %), Ah (20 %) unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	wie Ln, Ah zu 50 % skelettiert	br	Kn-Br	+	-	-
(Ah)Lvd	nur Bu, 90 % unzerkl	brgr	Br	+	-	1-3
(Lv)Ah	Bubl-stücke	brgr	Br	+	dubr	1-3
\bar{x} Ah1	-	-	-	-	dubr	1-3
\bar{x} Ah2	-	-	-	-	dubr- mibr	1-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
(Ah)Lvd	Stapansätze	-	-	Regenwurmkri
(Lv)Ah	lo, krü	F, 20 %, B	-	Regenwurm, Mäuse uL-tL
\bar{x} Ah1	lo, krü	F, 20 %, B	-	Regenwurm uL-tL
\bar{x} Ah2	lo, krü-sing	F, G, 10 %, B	-	sL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{o)} N (%)	Am. ^{o)} N frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Ln	4,9	48	0	1,2	0,9	300	140	
Lv	5,3	44	0	1,8	1,1	150	100	
(Ah)Lvd	5,6	34	0	2,2	1,3	175	160	
(Lv)Ah	6,4	9	2	3,2	2,1	50	530	
\bar{x} Ah1	7,0	6	7	3,8	2,6	0	820	
\bar{x} Ah2	7,3	4	9	4,5	3,3	25	990	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Ln	2,9	4,5	2,7	2,6	5,4	9,5	40	400
Lv	1,8	2,2	0,8	1,4	3,7	3,5	28	240
(Ah)Lvd	2,1	2,6	1,1	1,2	3,8	3,0	23	230
(Lv)Ah	0,8	1,3	0,5	0,4	0,6	2,4	16	80
\bar{x} Ah1	0,8	1,4	0,6	0,3	0	2,7	14	70
\bar{x} Ah2	0,7	2,1	0,5	0	0	4,1	14	70

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Ln		2710	6,0	100		130	150		60	100
Lv		1200	19,0	200		160	300		70	250
(Ah)Lvd		1200	14,0	270		240	1200		90	850
(Lv)Ah		1050	7,0	330		330	2350		240	2050
\bar{x} Ah1		1400	7,4	380		330	2700		210	2350
\bar{x} Ah2		1400	7,2	350		300	2500		210	2150

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Bayerische Voralpen/Spi tzingseegebiet

TK: 8337, Josefthal R: 91560 H: 82650 Profilaufnahme: Juli 1982

Höhe(m): 940 Neigung: 15° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: schluffreiche Deckschicht über anstehendem, oberflächlich schwach entfestigtem Hauptdolomit, Nischenlage im Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht: B1 B2 B3 Str Zwstr K M

Höhe(m):

Schluß(%):

Hauptstreulieferant(en): Fagus

BODENTYP: Moder-Rendzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Arm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- lehmungs- pro- dukte (%)	
Iv	1	100	100	0	92	-	-	-
Ld	2	100	95	0	90	-	-	d Stap
Ofld	3	100	95	0	88	-	-	-
Of	2	100	80	0	86	-	-	-
Ohf	3	100	40	0	84	-	-	-
Oh	1,5	100	20	0	76	0	24	-
AhOh	4	100	20	0	48	0	52	-
x*OhAh	20	100	0	30	34	2	64	-
IIxCv	5	Entfestigungszone			-	-	-	-
kmCh	anstehender Hauptdolomit							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Krümel
Lv	Bubl unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Bubl unzerkl	brgr	Br	+	-	-
OfLd	Bubl unzerkl	bror	Br	+	-	-
Of	Bubl, bei 30 % bis 50 % d. Spreite fehlend	brgr	Br	+	-	-
Ohf	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	dubr	0,5-3
Ofh	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	dubr	0,5-3
AhOfh	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	dubr	1-3
x'OhAh	-	-	-	-	dubr	1-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	Stap, abhebbar	-	-	-
OfLd	Stap	F, 5 %, B	-	-
Of	Stap	F, 20 %, B	-	-
Ohf	Stap, aufweitend	F, 20 %, B	-	Regenwürmer
Ofh	lo, krü	F, 30 %, B	-	Regenwürmer
AhOfh	lo, krü	F, G, 20 %, B	-	Regenwürmer uL
x'OhAh	lo, krü	F, G, 10 %, B	-	Regenwürmer uL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{o)} N (%)	Am. ^{o)} N frei (µg/g)	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Lv	4,5	46	0	1,0	0,8	200	20	
Ld	5,3	45	0	1,2	0,9	125	20	
OfLd	5,1	44	0	1,4	1,0	100	20	
Of	5,1	43	0	1,5	1,0	75	20	
Ohf	5,0	42	0	1,8	1,3	75	20	
Ofh	5,1	38	0	1,9	1,3	50	140	
AhOfh	6,0	24	0	2,4	1,6	25	770	
x*OhAh	6,8	17	2	2,7	1,8	0	1550	

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Lv	2,6	3,4	1,1	1,9	6,1	8,5	48	390
Ld	2,7	3,6	1,3	2,4	6,0	5,3	43	320
OfLd	2,8	4,7	1,0	3,0	4,7	5,1	37	140
Of	3,3	5,2	1,4	3,2	4,8	3,1	34	180
Ohf	2,1	4,4	1,0	2,4	2,6	1,3	27	50
Ofh	2,4	2,8	1,2	0,8	1,8	3,6	27	80
AhOfh	1,6	2,1	1,1	0,8	1,3	3,1	21	50
x*OhAh	0,8	2,2	0,8	0,4	0,4	2,8	19	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Lv		550	14,4	40		50	50		30	100
Ld		850	15,0	70		60	100		30	100
OfLd		1030	15,6	70		80	100		40	100
Of		1400	18,4	70		130	200		40	100
Ohf		1400	15,0	70		240	300		70	350
Ofh		1500	13,0	60		430	2000		180	2200
AhOfh		2000	18,6	160		1000	3400		690	4200
x*OhAh		2100	20,0	160		1000	4100		910	4900

PROFIL 30

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Königsee/Schrainbach

TK: 8443, Königsee R: 71 960 H: 66 000 Profilaufnahme: Sept. 1980

Höhe(m): 880 Neigung: 33° Exposition: NW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalk mit Decke aus Dachsteinkalk-Hangschuttblöcken; Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	10	-	-	-	-	-
Schluß (%):	30	80	-	-	-	10	-
Hauptstreulieferant(en):	Fagus						

BODENTYP: Moder-Renss:lelettopetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Gesteinsabrieb (%)	Verlehmungsprodukte (%)	
In	0,2	10	100	0	100	-	-	-
Iv	0,2	70	99	0	98	-	-	-
Ld	3	100	95	0	98	-	-	-
Of	3	100	80	0	96	-	-	-
Ohf	4	100	40	0	96	-	-	-
Ofh	2	100	20	0	96	-	-	-
Oh,Ca	3	100	0	0	88	0	12	-
\bar{x} Oh, Ca	20	100	0	80	68	7	25	-
kmCn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (µm) dom. Krümel
Ln	Bubl, unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Bubl, bei 30 % bis 50 % d. Spreite fehlend	br	Kn-Br	±	-	-
Ld	Bubl, unzerkl	br(90%) gelb(10%)	Br	+	-	<0,5; 1-3
Of	Bubl, 70 % unzerkl, 30 % bis 50 % d. Spreite fehlend	br(10%) gelb(90%)	Br	+	dubr	<0,5; 1-3
Ohf	nur Blattbruchstücke	dubr	Br	+	dubr	0,5-3
Offh	nur Blattbruchstücke	dubr	Br	+	dubr	0,5-3
Oh,Ca	-	-	-	-	tief- schw	0,5-3
\bar{x} Oh,Ca	-	-	-	-	tief- schw	-

Lage	Lagerung	Wurzeln		Anm.
		lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	
Ln	sing	-	-	-
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap abhebbar	-	-	Juliden
Of	Stap	F, 5 %, B	-	Juliden
Ohf	Stap, aufweitend	F, 30 %, B	-	-
Offh	lo, kri	F, G, 30 % B	-	-
Oh,Ca	lo, kri	F, G, 20 %, B	-	Regenwürmer
\bar{x} Oh,Ca	fast d, sub	F, G, 5 %, B	-	Regenwürmer

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. ^{o)} N (%)	Am. ^{o)} N frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Ln	5,2	50	0	1,3	1,0	750	70	28
Lv	5,1	49	0	1,3	1,0	200	50	42
Ld	5,1	49	0	1,6	1,1	200	60	51
Of	4,4	48	0	2,0	1,3	350	250	71
Ohf	4,7	48	0	2,0	1,3	200	90	85
Ofh	4,8	48	0	2,1	1,3	150	120	86
Oh,Ca	5,7	44	0	2,7	1,4	50	270	93
\bar{x} Oh,Ca	6,6	34	7	3,3	1,9	25	1030	95

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 /g)
Ln	2,0	2,3	0,6	1,4	4,2	7,1	38	340
Lv	2,5	3,2	1,1	1,8	5,1	5,8	37	200
Ld	2,3	3,0	1,1	2,3	4,2	4,6	32	160
Of	1,6	2,8	0,8	1,3	2,3	2,6	25	140
Ohf	1,9	3,3	1,2	1,5	1,7	1,3	25	100
Ofh	1,4	2,8	0,9	1,2	1,4	3,5	24	120
Oh,Ca	1,8	3,2	1,3	1,4	1,2	2,8	18	90
\bar{x} Oh,Ca	1,1	3,0	1,1	0	0	0	15	30

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Ln	1850	1400	6,1	70	0	30	50	0	10	50
Lv	580	380	9,8	130	0	80	100	0	20	100
Ld	580	490	13,2	160	0	120	150	0	50	100
Of	430	510	14,9	190	0	270	300	0	120	200
Ohf	300	390	17,0	210	0	310	400	0	100	200
Ofh	280	370	17,6	190	0	430	450	0	130	300
Oh,Ca	250	300	24,0	250	0	800	950	0	250	950
\bar{x} Oh,Ca	70	210	18,0	380	0	1500	2700	0	580	3550

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Königsee/Kaunerwand

TK: 8443, Königsee R: 73 680 H: 65 440 Profilaufnahme: Okt. 1979
 Höhe (m): 720 Neigung: 39° Exposition: S

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: mächtige Schuttdecke aus Dachsteinkalkblöcken über anstehendem Dachsteinkalk

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	10	-	5	-	-	-
Schluß(%):	80	20	-	20	-	30	-

Hauptstreulieferant(en): Fagus

BODENTYP: Mullmoeder-Renpetroskelettosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Gesteinsabrieb (%)	Verlehmungsprodukte (%)	
In	0,2	20	100	0	96	-	-	-
Lv	0,2	50	100	0	94	-	-	-
Löv	0,5	70	95	0	90	-	-	-
Of	1	100	80	0	82	-	-	-
Ofh	4	100	20	0	70	-	-	-
$\bar{x}Oh, Ca$	20	100	0	80	62	12	26	-
$\bar{x}Cv$	40	Hangschuttdecke			-	-	-	-
kurCn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (µm) dom. Krümel
Ln	Bubl, unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Bubl, 30 % unzerkl, 70 % mehr als 50 % der Spreite fehlend	br	Kn-Br	+	-	-
Ldv	Bubl, 10 % unzerkl, 90 % mehr als 50 % der Spreite fehlend	br	Br	+	-	-
Of	nur Blattbruchstücke	br	Br	+	-	<0,5; 0,5-3
Ofh	nur Blattbruchstücke	br	Br	+	dubr	0,5-3
\bar{x} Oh, Ca	-	-	-	-	schw	0,5-3

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ldv	sing + Stapansätze	-	-	-
Of	Stapansätze	F, 10 % K + B	-	Juliden
Ofh	lo, krü	F, 10 %, M + B	-	-
\bar{x} Oh, Ca	lo, krü	F, M, G, O %, B	-	-

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} (%)	Am. _N ^{o)} frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
In	5,4	48	0	0,9	0,7	400	80	36
Lv	5,1	47	0	1,2	0,8	150	70	49
Ldv	5,3	45	0	1,6	1,0	125	110	61
Of	5,9	41	0	1,9	1,3	100	110	63
Ofh	5,4	35	0	2,0	1,7	75	110	72
\bar{x} Oh, Ca	6,7	31	12	2,8	2,0	25	1150	83

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000/g)
In	2,1	3,8	0,8	2,6	6,8	7,7	53	430
Lv	2,4	3,4	1,1	2,2	5,7	4,6	43	280
Ldv	2,1	3,7	1,1	1,2	3,8	4,3	30	130
Of	2,3	4,4	1,3	1,4	3,3	1,6	27	130
Ofh	2,9	5,6	1,8	1,4	2,4	0	25	80
\bar{x} Oh, Ca	1,5	3,9	1,5	1,2	2,0	0,5	18	20

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
In		1700	11,8	40		20	50		10	50
Lv		470	13,0	70		50	50		20	50
Ldv		670	14,0	100		90	150		30	100
Of		710	25,0	130		190	250		40	300
Ofh		450	13,0	120		270	350		80	300
\bar{x} Oh, Ca		330	30,0	300		900	950		280	850

PROFIL 32

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Königsee/Schrainbach

TK: 8443, Königsee R: 71 820 H: 66 040 Profilaufnahme: Sept. 1980

Höhe (m): 910 Neigung: 30° Exposition: SSO

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalk mit Decke aus Dachsteinkalk-Hangschuttböcken; Nischenlage, Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	-	-	1	-	-	-
Schluß (%):	90	-	-	5	-	5	-
Hauptstreulieferant(en):	Fagus						

BODENTYP: Tangelmör-Renskelettopetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Verlehmungsprodukte (%)	Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)		
Ln	0,2	10	100	0	100	-	-	-
Lv	2	100	99	0	98	-	-	-
Ld	2	100	99	0	96	-	-	d Stap
Of	2	100	70	0	98	-	-	-
Ohf	6	100	40	0	100	-	-	-
Ofh	6	100	20	0	100	-	-	-
Odfh	5	100	10	0	100	-	-	d
Odh1	12	100	0	0	100	-	-	d
Odh2	12	100	0	0	100	-	-	d
$\bar{x}On, Ca 1$	20	100	0	80	86	6	8	-
$\bar{x}Oh, Ca 2$	20	100	0	90	80	13	7	-
kmCn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- nähr- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (µm) dcm. Kümel
Ln	Bubl, unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Bubl 50 % unzerkl, 50 % mehr als 50 % d. Spreite fehlend	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	wie Lv	brgr	Br	+	-	-
Of	nur Blattbruchstücke	dugr	Br	+	-	0,5-1
Ohf	nur Blattbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
Ofh	nur Blattbruchstücke	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odfh	immer noch Blattbruchstücke!	dugr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr- dubr	<0,5
\bar{x} Oh, Ca1	-	-	-	-	schw	<0,5; 0,5-1
\bar{x} Oh, Ca2	-	-	-	-	schw	<0,5; 0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ld	Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, B	-	-
Ohf	Stap, aufweitend	F, 10 %, B	-	Regenwurm
Ofh	fast d	F, M, 10 %, B	-	-
Odfh	d	F, M, 20 %, B	-	-
Odh1	d	F, M, 20 %, B	10 %	-
Odh2	d	F, M, G, 5 %, B	5 %	-
\bar{x} Oh, Ca1	fast d, sub	F, G, 10 %, B	-	-
\bar{x} Oh, Ca2	fast d, sub	F, G, 5 %, B	-	-

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	Am.- ^{o)} N (%)	Am.- ^{o)} N frei (µg/g)	C _O ^{o)} (ABS x 1000/g)	KAK (mval/ 100g)
Ln	4,9	50	0	1,3	1,1	625	90	14
Lv	4,7	49	0	1,3	0,8	125	60	31
Ld	4,9	48	0	1,5	0,9	100	80	30
Of	5,3	49	0	1,9	1,1	125	60	53
Ohf	4,5	50	0	2,0	1,2	100	40	65
Ofh	4,0	51	0	2,0	1,2	75	20	69
Odffh	3,7	51	0	1,9	1,1	50	10	65
Odh1	3,7	51	0	2,0	1,2	50	20	71
Odh2	3,8	51	0	2,1	1,3	50	30	76
\bar{x} Oh, Ca1	5,1	43	6	2,4	1,3	50	720	74
\bar{x} Oh, Ca2	6,4	40	13	2,4	1,3	25	1650	76

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	Gal ^{o)} (%)	Glu ^{o)} (%)	Man ^{o)} (%)	Arab ^{o)} (%)	Xyl ^{o)} (%)	Cell ^{o)} (%)	C/N	Lig ^{o)} (ABS x 1000 ⁻¹)
Ln	1,8	2,7	0,5	1,7	4,2	10,4	40	570
Lv	2,4	2,2	0,9	2,0	5,1	9,4	39	310
Ld	1,6	2,4	0,7	1,4	4,5	6,1	34	180
Of	1,9	3,1	1,0	1,7	3,7	4,2	27	230
Ohf	1,8	3,4	1,2	1,4	2,4	3,0	25	70
Ofh	1,9	3,6	1,3	1,3	1,9	1,3	25	100
Odffh	2,3	4,3	1,7	1,6	2,2	2,1	27	180
Odh1	1,6	3,5	1,2	1,0	1,6	2,3	24	100
Odh2	1,4	3,4	1,2	1,0	1,1	0	24	60
\bar{x} Oh, Ca1	0,8	1,3	0,8	0,5	0,7	2,8	21	50
\bar{x} Oh, Ca2	0,7	1,3	0,6	0,4	0,4	2,4	21	30

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Lage	K _{Ba} (µg/g)	Mg _{Ba} (µg/g)	Ca _{Ba} (mg/g)	Mn _E (µg/g)	Fe _{Ba} (µg/g)	Fe _E (µg/g)	Fe _O (µg/g)	Al _{Ba} (µg/g)	Al _E (µg/g)	Al _O (µg/g)
Ln		1300	11,2	70		10	10		10	10
Lv		320	13,0	100		40	50		20	20
Ld		500	19,0	100		50	50		20	50
Of		720	18,0	150		90	100		30	100
Ohf		360	16,0	60		180	200		40	100
Ofh		310	20,0	10		240	250		50	250
Odffh		240	14,0	0		260	270		60	250
Odh1		210	12,4	0		280	350		70	250
Odh2		180	17,6	0		440	450		90	250
\bar{x} Oh, Ca1		240	22,0	160		1100	1100		350	900
\bar{x} Oh, Ca2		200	26,0	130		1100	1100		410	900

PROFIL 33

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Lattengebirge/Kratzer

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 64 780 H: 82 760 Profilaufnahme: Juli 1979

Höhe (m): 1250 Neigung: - ° Exposition: -

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalk, teilweise schwach entfestigt; Plateaulage

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	20	3-10	1-3	-	-	-
Schluß (%):	60	40	20	20	10	10	-
Hauptstreulieferant (en): Fagus							

BODENTYP: Mör-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)	Labor			Anm.
	Mäch- tig- keit (cm)	Dek- kung (%)			Org. Sub- stanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- läh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv	0,2	40	99	0	94	-	-	-
Ld	0,5	80	95	0	88	-	-	d Stap
Of	1	100	70	0	92	-	-	-
Ohf	1	100	40	0	94	-	-	-
Odfh	4	100	20	0	94	-	-	d
Odh1	10	100	0	0	90	-	-	d
Odh2	8	100	0	0	88	-	-	d
~xOh, Ca	5	100	0	50	76	2	22	-
kmO	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kümmel
Lv	Buhl 50 % unzerkl, bei 50 % bis zu 50 % d. Spreite fehlend	br	Kri-Br	†	-	-
Ld	wie Lv	brgr	Br	+	-	-
Of	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	-	0,5-3
Ohf	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-3
Odfh	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
\bar{x} Oh, Ca	-	-	-	-	schw	<0,5; 0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, K	-	-
Ohf	Stap, aufweitend	F, M, 10 %, K + Zwstr	-	Regenwurm
Odfh	d	F, M, 10 %, K + Zwstr	-	-
Odh1	d	F, G, 10 %, B	-	Glimmer
Odh2	d	F, G, 5 %, B	10 %	Glimmer
\bar{x} Oh, Ca	fast d, sub	F, G, 10 %, B	-	Glimmer

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS , x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv	4,2	47	0	1,2	43	20	80
Ld	4,5	44	0	1,7	29	50	150
Of	4,5	46	0	1,8	27	30	230
Ohf	4,2	47	0	1,8	28	30	140
Odfh	3,6	47	0	2,0	25	20	20
Odh1	3,3	45	0	1,9	26	10	10
Odh2	3,4	44	0	1,5	34	10	0
\bar{x} Oh, Ca	6,4	38	2	2,8	18	990	150

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 34

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Königsee/Kaunerwand

TK: 8443, Königsee R: 73 680 H: 65 440 Profilaufnahme: Sept. 1981

Höhe (m): 710 Neigung: 38° Exposition: S

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalk, mit sehr geringmächtiger Schuttdecke aus Dachsteinkalkblöcken

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	10	-	5	-	-	-
Schluß (%):	50	10	-	40	-	50	-
Hauptstreulieferant(en):	Fagus						

BODENTYP: MoJermull-Renpetrosol

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekung (%)	Sproßreste (%)	Skeletanteil (%)	Org. Substanz (%)	Gesteinsabrieb (%)	Verlehmungsprodukte (%)	
In	0,2	10	100	0	92	-	-	-
Lv	0,5	50	99	0	92	-	-	-
Ldv	0,5	60	98	0	94	-	-	-
Of	0,5	30	80	0	90	-	-	-
Ofh	4	100	10	0	94	-	-	-
\bar{x} Oh, Ca	8	100	0	75	88	13	0	-
knCh	anstehender Dachsteinkalk,							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kümel
Ln	Bubl, unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Bubl 30 % unzerkl, bei 70 % über 50 % der Spreite fehlend	br	Kn-Br	±	-	-
Ldv	wie Lv	brgr	Br	+	-	-
Of	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	-	<0,5; 0,5-1
Ofh	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
\bar{x} Oh, Ca	-	-	-	-	schw	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Ln	sing	-	-	-
Lv	sing	-	-	-
Ldv	Stapansätze	-	-	-
Of	Stapansätze	F, 5 %, B	-	-
Ofh	lo, krü	F, 20 %, B	-	-
\bar{x} Oh, Ca	lo, krü	F, M, G, 10 %, B	-	-

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Ln	5,8	46	0	1,1	46	80	80
Lv	5,1	46	0	1,4	35	40	60
Ldv	5,4	47	0	1,4	36	20	80
Of	5,9	45	0	1,7	30	30	100
Ofh	5,8	47	0	2,2	22	90	120
\bar{x} Oh, Ca	7,0	44	13	2,3	22	420	150

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 35

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Lattengebirge/Gamskendl

TK: 8243/44, Bad Reichenhall R: 67 660 H: 84 900 Profilaufnahme: Aug. 1979

Höhe (m): 1170 Neigung: 28° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Ramsaudolomit, überdeckt mit Dolomitgrus, der mit silikatischem Material durchsetzt ist; Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	40	-	-	-	-	-	-
Schluß (%):	80	-	-	-	-	30	-
Hauptstreulieferant(en): Fagus							

BODENTYP: Mullmoder-Rensyrose₁

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Arm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv 1	0,5	50	99	0	98	-	-	-
Lv 2	0,5	90	99	0	96	-	-	-
Ld	1	70	95	0	94	-	-	d Stap
Of	1	50	60	0	92	-	-	-
$\bar{x}A_{10h}$	4	100	0	40	46	40	14	-
$\bar{x}A_{hi}$	10	100	0	40	28	58	14	-
$\bar{x}A_{hi}$	8	100	0	80	16	61	23	-
II \bar{x} Cv	20	Entfestigungs- u./O. Hangschuttzone						-
kmCh	anstehender Ramsaudolomit							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz Farbe	Gr. (mm) dm. Kümmel
Lv 1	Bubl unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Lv 2	Bubl 40 % unzerkl, bei 60 % bis zu 50 % der Spreite fehlend	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	wie Lv 2	brgr	Br	+	-	0,5-3
Of	nur Blattbruchstücke	brgr	Br	+	-	0,5-3
$\bar{x}A_{iOh}$	-	-	-	-	dubr	0,5-1
$\bar{x}A_{hi}$	-	-	-	-	dugrbr	0,5-1
$\bar{x}A_{hi}$	-	-	-	-	grbr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv 1	sing	-	-	-
Lv 2	sing	-	-	-
Ld	Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, B	-	Regenwurm
$\bar{x}A_{iOh}$	lo, krü	F, 20 %, B	-	LS-SL
$\bar{x}A_{hi}$	lo, krü-sing	F, G, 20 %, B	-	LS-SL
$\bar{x}A_{hi}$	lo(krü), sing	F, 5 %, B	-	LS-SL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000 /g)	Mn _E (µg/g)
Lv1	4,6	49	0	1,3	38	40	50
Lv2	5,3	48	0	1,4	34	30	90
Ld	5,3	47	0	1,7	29	60	120
Of	5,2	46	0	1,8	27	80	130
\bar{x}_{AlCh}	7,1	23	40	2,6	19	290	220
\bar{x}_{AlI}	7,4	14	58	3,2	16	590	260
\bar{x}_{AlH}	7,5	8	61	3,8	13	560	150

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 36

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Untersberg/Nierentalkopf

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 70 880 H: 82 820 Profilaufnahme: Sept. 1979

Höhe (m): 830 Neigung: 31° Exposition: WNW

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: tiefgründiger Ramsaublomithangschutt, Mittelhang

VEGETATION: grasreicher montaner Kiefernwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	20	5	-	-	-	-	-
Schluß (%):	50	10	-	-	-	100	5

Hauptstreulieferant(en): Pinus sylvestris, Gräser

BODENTYP: Mullmoder-Renlockersyrosem (skelettosolartig)

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge-steins-abrieb (%)	Ver-lehmungs-produkte (%)	
Lv	1	60	99	0	96	-	-	-
Ld	3	90	98	0	94	-	-	d Stap
Of	1	80	80	0	92	-	-	-
x'Ofh,Ca	4	100	10	20	68	6	26	-
x OhAi	25	100	0	70	38	43	19	-
x Cv	20	100	0	90	-	-	-	-
x k1Cn	Ramsaublomithangschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Kümel
Lv	nur Grasbl, unzerkl	gr	Kn-Br	+	-	-
Ld	Grasbl (50 %), Nad (50 %) unzerkl	gr,br	Kn-Br	+	-	-
Of	wie Ld, zu 90 % Bruchstücke	dugr	Kn-Br	+	-	-
x'Ofh,Ca	nur Nadelbruchstücke	dugr	Kn-Br	+	schw	1-3
\bar{x} OhAi	-	-	-	-	dubr	1-3
\bar{x} Cv	-	-	-	-	hellgr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 10 %, K	-	-
x'Ofh,Ca	lo, krü	F, 40 %, K	-	Regenwurm
\bar{x} OhAi	lo, krü-sing	F, G, 20 %, K + B	-	1 S
\bar{x} Cv	lo, sing	F, 1 %, K(?), B	-	S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I.

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv	4,3	48	0	0,8	60	30	20
Ld	4,7	47	0	1,2	43	50	40
Of	5,1	46	0	1,4	35	90	90
x'Ofh,Ca	6,6	34	6	1,8	28	380	120
x'OhAi	7,3	19	43	2,4	21	970	120

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 37

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Vockenstein

TK: 8342, Schneizlreuth R: 60 610 H: 80 780 Profilaufnahme: Sept. 1981

Höhe (m): 830 Neigung: 23 ° Exposition: N

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ramsa dolomit-Hangschutt überdeckt und durchsetzt mit silikatischem Material (Kolkum, Fernmoräne, Zwischenschichtmaterial); Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	30	15	10	1-2	-	-	-
Schluß (%):	80	40	20	5	-	5	-

Hauptstreulieferant(en): Fagus

BODENTYP: Moder-Lockerrandzina

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme				Labor			Anm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Ln	0,5	20	100	0	100	-	-	-
Lv	1	100	99	0	98	-	-	-
Ld	1	100	98	0	96	-	-	d Stap
Of	2	100	80	0	94	-	-	-
Ohf	1,5	100	40	0	84	-	-	-
x'Ofh	1	100	20	10	70	0	30	-
\bar{x} Ah1	6	100	0	40	26	28	46	-
\bar{x} Ah2	10	100	0	50	18	34	48	-
\bar{x} Ah3	15	100	0	70	10	59	31	-
IIxk1Cn	Ramsa dolomitschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Ln	Bubl unzerkl	br, Glanz	Kn	-	-	-
Lv	Bubl 50 % unzerkl, bei 50 % bis zu 50 % d. Spreite fehlend	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Bubl wie Lv	grbr	Br	+	-	-
Of	wie Ld	grbr	Br	+	-	0,5-3
Ohf	nur Blattbruchstücke	grbr	Br	+	dubr	0,5-3
x'Ofh	nur Blattbruchstücke	grbr	Br	+	dubr	0,5-3
\bar{x} Ah1	-	-	-	-	dubr	1-3
\bar{x} Ah2	-	-	-	-	dubr- mibr	-
\bar{x} Ah3	-	-	-	-	mibr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln		Anm.
		lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	
Ln	sing	-	-	-
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, B	-	Juliden
Ohf	Stap, aufweitend	F, 10 %, B	-	Regenwürmer
x'Ofh	lo, kri	F, G, 20 %, B	-	Regenwürmer
\bar{x} Ah1	lo, kri	F, G, 10 %, B	-	uL
\bar{x} Ah2	lo, kri-sub	F, G, 5 %, B	-	uL-sL
\bar{x} Ah3	lo, kri-sing	F, 5 %, B	-	SL

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
In	5,2	50	0	1,0	50	90	250
Lv	4,4	49	0	1,4	36	50	220
Ld	5,0	48	0	1,5	33	60	290
Of	5,0	47	0	1,7	29	50	300
Ohf	5,5	42	0	1,9	27	70	380
x ^o Ofh	5,1	35	0	2,1	23	200	390
\bar{x} Ah1	7,2	13	28	3,5	16	950	760
\bar{x} Ah2	7,2	9	34	4,0	13	980	740
\bar{x} Ah3	7,5	5	59	3,8	19	800	310

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Edelweißlahnerweg

TK: 8342, Schneizlreuth R: 61 620 H: 76 160 Profilaufnahme: Juli 1979

Höhe (m): 1720 Neigung: 31° Exposition: W

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: anstehender Dachsteinkalk, Unterhang

VEGETATION: hochsubalpiner zwergstrauchreicher Zirbenschlößwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	10	-	-	1	-	-	-
Schluß (%):	30	-	-	30	100	-	5

Hauptstreulieferant(en): Pinus cembra, P. mugo, Rhododendron ferrugineum, Vaccinium vitis idaea

BODENTYP: Tangelmör-Renpetrosol (mächtig)

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme		Labor				Verlehmungsprodukte (%)	Arm.
	Mächtigkeit (cm)	Dekkung (%)	Sproßreste (%)	Skelettanteil (%)	Org. Substanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)		
Inv	0,5	20	100	0	96	-	-	-
Lv	1	80	100	0	96	-	-	-
Ld	1,5	100	99	0	98	-	-	d Stap
Of	1,5	100	80	0	96	-	-	-
Ohf	1,5	100	40	0	100	-	-	-
Odhf	1	100	40	0	98	-	-	d
Odfh1	5	100	20	0	98	-	-	d
Odfh2	10	100	10	0	98	-	-	d
Odh1	12	100	0	0	98	-	-	d
Odh2	11	100	0	0	100	-	-	d
Odh3	10	100	0	0	100	-	-	d
Oh, Ca	8	100	0	0	96	0	4	-
\bar{x} OhAh	10	100	0	95	34	7	59	-
HorCn	anstehender Dachsteinkalk							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dcm. Kümel
Lnv	Nad (50 %), Zwstr-BI (50 %) unzerkl	br	Kn-(Br)	-	-	-
Lv	wie Lnv	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Nad (50 %) zu 30 % zerbr, Zwstr-BI (50 %) zu 30 % zerbr	gibr	Br	+	-	-
Of	Nad (60 %), Zwstr-BI (40 %), nur noch Bruchstücke	gibr	Br	+	-	-
Ohf	wie Of	gibr	Br	+	dubr	<0,5;0,5-1
Odhf	nur noch Nadelbruchstücke	gibr	Br	+	dubr	<0,5;0,5-1
Odfh1	nur noch Nadelbruchstücke	gibr	Br	+	rotbr	<0,5
Odfh2	nur noch Nadelbruchstücke	gibr	Br	+	rotbr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Oh, Ca	-	-	-	-	tief- schw	0,5-1
\bar{x} OhAh	-	-	-	-	tief- schw	0,5-1

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	Anm.	
			tot Anteil	
Ln	sing	-	-	-
Lv	sing	-	-	Herpotrichia nigra
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	Herpotrichia nigra
Of	Stap	F, 20 %, Zwstr	-	-
Ohf	Stap, aufweitend	F, M, 30 %, Zwstr	-	-
Odhf	Stap, aufweitend	F, M, 30 %, Zwstr	-	-
Odfh1	fast d	F, M, 30 %, Zwstr, B	-	-
Odfh2	d	F, M, 10 %, Zwstr, B	-	-
Odh1	d	F, M, G, 5 %, Zwstr+B	10 %	-
Odh2	d	F, M, G, 5 %, B	10 %	-
Odh3	d	F, M, G, 5 %, B	10 %	-
Oh, Ca	fast d, sub	F, G, 5 %, B	-	-
\bar{x} OhAh	fast d, sub	F, 5 %, B	-	-

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Kalk (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _o ^{o)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Inv	3,8	48	0	0,7	69	80	120
Lv	3,6	48	0	1,1	44	30	100
Ld	3,7	49	0	1,6	31	20	120
Of	3,7	48	0	1,8	28	30	100
Ohf	3,4	50	0	1,7	29	30	60
Odhf	3,3	49	0	1,6	31	30	40
Odfh1	3,1	49	0	1,6	31	30	40
Odfh2	3,0	49	0	1,6	31	20	0
Odh1	3,0	49	0	1,6	31	30	0
Odh2	3,1	51	0	1,3	39	20	0
Odh3	3,5	52	0	1,3	37	10	0
Oh, Ca	4,5	48	0	1,5	34	1080	20
$\bar{x}_{Oh, Ah}$	6,5	17	7	2,1	24	1270	310

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Reiter Alpe/Ellbach

TK: 8342, Schneizlreuth R: 59 840 H: 79 780 Profilaufnahme: Aug. 1979

Höhe (m): 1110 Neigung: 34° Exposition: W

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: oberflächlich entfestigter Ramsaudolomit, Mittelhang

VEGETATION: montaner Buchen-beherrschter Mischwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	25	10	-	3	-	-	-
Schluß (%):	50	20	-	10	70	10	-

Hauptstreulieferant(en): Fagus, Picea, Pinus sylvestris, Vaccinium myrtillus

BODENTYP: Tangelmök-Rensyrosem

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Profilaufnahme		Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)	Labor			Anm.
	Mäch- tig- keit (cm)	Dek- kung (%)			Org. Sub- stanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv	1	20	100	0	100	-	-	-
Ld	1	50	98	0	100	-	-	d Stap
Of	1	100	80	0	100	-	-	-
Ohf	0,5	100	40	0	100	-	-	-
Odfh	4	100	20	0	100	-	-	d
Odh1	10	100	0	0	100	-	-	d
Odh2	10	100	0	0	100	-	-	d
Odh3	10	100	0	0	100	0	0	d
x'Oh, Ca	4	100	0	10	98	0	2	-
x'Ah1	15	100	0	60	12	72	16	-
x'Cv	5	Entfestigungszone						
k nCr	anstehender Ramsaudolomit							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung 1

Lage	Spießreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feineubstanz Farbe	Gr. (mm) dom. Krümel
Lv	nur Bubl, unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	BuBl (70 %), Nad (20 %) unzerkl; Zwstr-Bl (10 %), völlig skelettiert	grbr	Br	+	-	-
Of	Bubl (50 %) nur Bruchstücke, Nad (50 %) unzerkl	grbr	Br	+	-	-
Ohf	nur Bl-(40 %) u. Nadelbruchstücke (60 %)	dugr	Br	+	dubr	<0,5; 0,5-1
Odfh	wie Ohf	dugr	Br	+	dubr	<0,5
Odh1	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh2	-	-	-	-	rotbr	<0,5
Odh3	-	-	-	-	rotbr	<0,5
x'Oh,Ca	-	-	-	-	schw	<0,5-1
x̄Ahl	-	-	-	-	brgr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Anm.
Lv	sing	-	-	-
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 5 %, Zwstr	-	Juliden
Ohf	Stap, aufweitend	F, M, 20 %, Zwstr+B	-	-
Odfh	d	F, M, 20 %, Zwstr+B	-	-
Odh1	d	F, M, G, 20 %, Zwstr + B	-	-
Odh2	d	F, M, G, 5 %, B	10 %	-
Odh3	d	F, M, G, 5 %, B	10 %	-
x'Oh,Ca	fast d, sub	F, G, 10 %, B	-	-
x̄Ahl	lo, brö-sing	-	-	1S-(1)S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{o)} (%)	C/N	C _O ^{o)} (ABS. x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Iv	4,6	52	0	1,1	47	30	80
Ld	4,9	51	0	1,6	32	100	250
Of	4,7	52	0	1,8	29	70	240
Ohf	4,3	51	0	1,8	28	70	180
Odfh	3,7	50	0	1,9	26	50	10
Odh1	3,4	51	0	1,9	27	30	0
Odh2	3,4	51	0	1,7	30	30	0
Odh3	3,7	51	0	1,5	34	20	0
x*Oh, Ca	4,5	49	0	1,5	33	860	20
x̄Ahi	7,4	6	72	2,5	20	1120	30

^{o)} Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

PROFIL 40

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung I

LAGE: Berchtesgadener Alpen/Toter Mann/Burgstallkopf

TK: 8343, Berchtesgaden West R: 70 640 H: 81 080 Profilaufnahme: Okt. 1979
 Höhe (m): 760 Neigung: 43 ° Exposition: NO

GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE: Ramsa dolomithangschutt mit silikatischer Deckschicht (Kollikum oder Zwischenschichtmaterial)

VEGETATION: gras- und zwergstrauchreicher montaner Kiefernwald

Schicht:	B1	B2	B3	Str	Zwstr	K	M
Höhe (m):	20	5-10	-	1-2	-	-	-
Schluß (%):	30	20	-	10	40	40	20

Hauptstreulieferant(en): Pinus sylvestris, Erica, Rhododendron hirsutum, Gräser

BODENTYP: Moder-Lockerrendzina (skelettosolartig)

Wesentliche diagnostische Horizontmerkmale

Lage	Feldaufnahme			Labor				Anm.
	Rüch- tig- keit (cm)	Dick- zung (%)	Sproß- reste (%)	Ske- lett- an- teil (%)	Org. Sub- stanz (%)	Ge- steins- abrieb (%)	Ver- leh- mungs- pro- dukte (%)	
Lv	1	30	100	0	98	-	-	-
Ld	2	100	95	0	100	-	-	d Stap
Of	3	100	80	0	100	-	-	-
Ohf	3	100	40	0	98	-	-	-
Oh	8	100	0	10	76	16	8	-
\bar{x} OhAh	10	100	0	40	38	25	37	-
$\bar{I}\bar{I}\bar{x}$ Cv	30	100	0	90	n.b.	n.b.	-	-
\bar{x} k1Cn	Ramsa dolomithangschutt							

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	Sproßreste Zusammensetzung, Zerkleinerung	Farbe	Biege- test	Zer- mürb- bar- keit	Feinsubstanz	
					Farbe	Gr. (mm) dm. Kümel
Lv	Gräser (50 %), Nad (25 %), Zwstr-B1 (25 %) unzerkl	br	Kn-Br	+	-	-
Ld	Gräser (25 %), Nad (50 %), Zwstr-B1 (25 %) unzerkl	brgr	Br	+	-	-
Of	nur Nad (50 %), Zwstr-B1 (50%), je 50 % Bruchstücke	brgr	Br	+	-	0,5-1
Ohf	nur Bruchstücke	brgr	Br	+	dubr	0,5-3
Oh	-	-	-	-	dubr	1-3
xOhAh	-	-	-	-	dubr	0,5-1
IIxCv	-	-	-	-	hellgr	-

Lage	Lagerung	Wurzeln lebend Art, Anteil, Herkunft	tot Anteil	Ann.
Lv	sing	-	-	Herpotrichia nigra
Ld	d Stap, abhebbar	-	-	-
Of	Stap	F, 40 %, K + Zwstr	-	-
Ohf	Stap, aufweitend	F, M, 40 %, K + Zwstr	-	-
Oh	lo, krü	F, M, G, 30 %, K, Zwstr, B	-	Regenwurm
xOhAh	lo, krü	F, M, G, 20 %, K, Zwstr, B	-	L
IIxCv	sing	F, 1 %, K, Zwstr, B	-	S

Erläuterungen, Abkürzungen s. Anhang II, Vorbemerkung !

Lage	pH	C _{org} (%)	Dolomit (%)	N _t ^{°)} (%)	C/N	C _O ^{°)} (ABS x 1000/g)	Mn _E (µg/g)
Lv	4,2	49	0	1,0	49	30	30
Ld	4,7	52	0	1,1	47	50	40
Of	4,9	50	0	1,4	36	50	80
Ohf	4,9	49	0	1,5	33	20	80
Oh	7,0	38	16	1,8	27	140	150
\bar{x}_{ct}^{Ah}	7,2	19	25	3,2	16	760	220

°) Bezogen auf
org. Substanz
(C_{org} x 2)

In der Reihe der Forschungsberichte sind erschienen:

- Nr. 1 Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 2 Humus und Humusschwund im Gebirge
- Nr. 3 Zur Situation der Greifvögel im Alpenraum
- Nr. 4 Theoretische Topoklimatologie – Kartenteil
- Nr. 5 Der Königssee – Eine limnologische Projektstudie
- Nr. 6 Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten
- Nr. 7 Der Funtensee – Naturkundliches Portrait eines subalpinen Sees
- Nr. 8 Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen
- Nr. 9 Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald
- Nr. 10 Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 11 Das Bärenseminar
- Nr. 12 Geschichte der Salinen und Salinenwälder von Berchtesgaden
- Nr. 13 Einfluß des Tourismus auf die Hochgebirgslandschaft
- Nr. 14 Alte Forschungs- und Reiseberichte aus dem Berchtesgadener Land
- Nr. 15 Pilze in den Berchtesgadener Alpen