

Nationalpark
Berchtesgaden



Humus und Humusschwund im Gebirge

Nationalpark
Berchtesgaden



Humus und Humusschwund im Gebirge

R. Bochter, W. Neuerburg und W. Zech
Lehrstuhl Bodenkunde und Bodengeographie der Universität Bayreuth

Impressum:

ISSN 0172-0023

ISBN 3-922325-01-7

Nationalpark Berchtesgaden

Forschungsberichte 2 / 1981; alle Rechte vorbehalten; 2. Auflage 1983

Herausgeber:

Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen

Bildnachweis:

Fotos W. Zech und R. Bochter
Nationalparkverwaltung (Seite 5)
Abbildungen W. Engelbrecht, Universität Bayreuth

Satz und Druck:

Berchtesgadener Anzeiger

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung und Problemstellung	5
2. Grundbegriffe	6
3. Das Untersuchungsgebiet	8
3.1 Lage	8
3.2 Klima	8
3.3 Geologie und Böden	8
3.4 Vegetation	8
3.5 Alm- und Forstwirtschaft in ihrer geschichtlichen Entwicklung	8
4. Methoden	12
4.1 Gelände	12
4.2 Labor	13
4.3 Auswertung	13
5. Ergebnisse und Diskussion	15
5.1 Probeflächen der montanen Stufe	15
5.1.1 Flachgründige Böden aus skelettreichem, feinerdearmem Substrat (Rendzinen und Lehmrendzinen)	15
5.1.1.1 Probefläche Königsbachalm	15
5.1.1.2 Probefläche Gotzentalm	16
5.1.1.3 Probefläche Büchsenalm	17
5.1.1.4 Probefläche Wasserfallalm	20
5.1.2 Zusammenfassende Betrachtung der Probeflächen auf flachgründigen Böden	21
5.1.3 Tiefgründige, skelettarme, lehmige Böden (oligotrophe Braunerden)- Probefläche Vogelhüttenalm	23
5.2 Ausblick auf die subalpine Stufe	25
5.2.1 Probefläche Moosenalm 2	25
5.2.2 Probefläche Kallbrunnalm	26
5.2.3 Probefläche Roßalpe	27
5.3 Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse im Lattengebirge	27
5.4 Methodendiskussion	30
6. Schlußbetrachtung	32
7. Zusammenfassung	33
8. Dank	34
9. Literatur	35
10. Tabellenanhang	
Probefläche Königsbachalm:	Tab. 1-13
Probefläche Gotzentalm:	Tab. 14-26
Probefläche Büchsenalm:	Tab. 27-39
Probefläche Wasserfallalm:	Tab. 40-52
Probefläche Vogelhüttenalm:	Tab. 53-65
Probeflächen der subalpinen Stufe:	Tab. 66-68
Probeflächen im Lattengebirge:	Tab. 69-72



Abb. 1: Kührintal mit Watzmannmassiv. Von der 1420 m hoch gelegenen Kührintalalm geht der Blick auf die Ostflanke des Großen Watzmann und den Nordabhang des Kleinen Watzmann (links im Bild, teilweise durch Fichte verdeckt). Zwischen Großem und Kleinem Watzmann fällt das Watzmannkar nach Norden ab. Seine mit Latschenfeldern und Lärchenwäldern bestockten Ausläufer sind im Bild zu erkennen. Großer und Kleiner Watzmann gehören zusammen mit dem Watzmannkar zu den ausgedehnten natürlichen bis naturnahen Landschaftsbereichen des Nationalparks, die der Mensch bisher noch nicht augenfällig verändert hat. Die Kührintalalm ist eine jahrhundertalte Rodungsinsel. Über Generationen wurden dort und in den angrenzenden Wäldern die Viehweide aufgrund von Weiderechten ausgeübt. In jüngerer Zeit kamen Tourismus und ein alpines Trainingslager mit Skiübungshang einschließlich Liftanlage hinzu. Altüberkommene Almwirtschaft wie auch die neuen Nutzer haben ihre Spuren in der Landschaft und in den Böden hinterlassen.

1. Einleitung und Problemstellung

Die Faszination der Gebirge beruht auf dem Wechsel von kahlen, schroffen Felswänden und sanften, grünen Matten. Letztere finden sich heute nicht nur oberhalb der Waldgrenze, vielmehr greifen sie infolge der intensiven Rodungstätigkeit des Menschen tief in die bewaldeten Höhenzonen hinab. Rodung und anschließende Beweidung führen zu beachtlichen Veränderungen der Bodeneigenschaften, bis hin zum völligen Verlust des Solums durch Erosion. Weniger augenfällig sind die Prozesse, welche in der Regel dem vegetationszerstörenden Bodenabtrag vorausgehen. Hierzu gehören Veränderungen des Bodengefüges, Abnahme der Wasserspeicher-

kapazität und Nährstoffverluste. Sie laufen einher mit einem mehr oder weniger kräftigen Humusverlust. Laatsch und Mitarbeiter (1973) haben diese Vorstellung übernommen und bei der Kartierung der Hanglabilität im Landkreis Miesbach als Kartiereinheit bzw. selbständige Labilitätsform sog. Humusschwundhänge ausgeschieden. Sie verstehen darunter stärker geneigte Dolomit- und Kalksteinhänge mit flachgründigen Humuscarbonatböden. Ihr Gehalt an organischer Substanz hat nach Rodung der Wälder stark abgenommen.

Unser Ziel ist es, diese Überlegungen zu überprüfen und das Ausmaß des Humusschwundes zu quantifizieren. Zum besseren Verständnis sollen zunächst einige Grundbegriffe erläutert werden. Anschließend folgt die Beschreibung des Untersuchungsgebietes, der Methoden und der Ergebnisse.

2. Grundbegriffe

Böden entstehen durch Verwitterung und Umwandlung der Gesteine unter dem Einfluß von Atmosphärien, Temperaturschwankungen und Organismen. Das Umwandlungsprodukt, die sog. Pedosphäre, bedeckt die Gesteinszone mit wechselnder Mächtigkeit. In ihr laufen eine Vielzahl von Prozessen ab, wie Tonmineralbildung, Streuzersetzung, Humusbildung, Struktur Aufbau und Verlagerungsvorgänge. Sie rufen bestimmte Merkmale oder Horizonte hervor, z. B. den A_h -Horizont durch Einarbeitung von Humus in den mineralischen Oberboden, den B_t -Horizont durch Tonanreicherung im Unterboden wegen mechanischer Verlagerung (vgl. Lehrbücher der Systematischen Bodenkunde). Böden mit gleicher Horizontfolge und vergleichbarer Ausprägung ihrer Horizonte werden als Bodentypen zusammengefaßt.



Abb. 2: Bodenprofil unter Buchenwald in der montanen Stufe am Markkaser, Kampenwandgebiet. Das Solum ist kräftig humos. Die Humusform ist Mull. Unter dem schwarzen, kalkfreien A_h -Horizont folgt ein blockreicher, noch kräftig humoser, ebenfalls karbonatfreier B-Horizont. Muttergestein ist Plattenkalk. Rodung führt auf diesen Substraten in steilen Hanglagen über 30 Grad Neigung zu Humus- und Stickstoffverlusten von über 50 %. Tiefgründige Kalksteinbraunlehme am Hangfuß bestätigen den beachtlichen Bodenabtrag nach Freistellung (Foto: Zech)

Sie zeigen in den Alpen eine deutliche höhenzonale Gliederung in Abhängigkeit von der Vegetation (vgl. Mayer, H., 1974) und dem Klima. So finden sich in der **kollinen Stufe** (ca. 400 m) unter eichenreichen Wäldern und in der **submontanen Stufe** (ca. 400-700 m) mit überwiegend Buche auf Carbonatgestein Mullrendzinen und Kalksteinbraunlehme sowie die entsprechenden Übergänge. Aus Silikatgesteinen entstehen Braunerden, aus Mischgesteinen Pararendzinen bis Parabraunerden. Zeitweiliger Stauwassereinfluß ruft Pseudovergleitung hervor.

Das gilt auch für die **montane Stufe**, die in den Berchtesgadener Alpen nach H. Mayer (1974) bis ca. 1 400 m reicht. Aus Carbonatgesteinen entwickeln sich unter Fichten-Tannen-Buchenwald (= tiefmontane Stufe, ca. 700 - 1 100 m) und unter Fichten-Tannenwald (= hochmontane Stufe, ca. 1 100 - 1 400 m) wiederum Rendzinen bis hin zu Kalksteinbraunlehmen. Südseitige, warme Standorte weisen oft Mullhumus auf; nordseitig dagegen entstehen mächtige dystrophe Tangelhumusformen.¹⁾ Auf sauren Gesteinen findet man Podsole und podsolige Braunerden.

In der **tief-subalpinen Stufe** der Berchtesgadener Alpen von 1 400 bis etwa 1 800 m dominiert von Natur aus die Fichte neben Lärchen und Zirben. Darunter bilden sich zum Teil sehr mächtige dystrophe Tangelrendzinen, besonders schattseitig. In den Zentralalpen stoken von 1 400 bis 2 300 m Fichte, Zirbe und Lärche auf sauren Braunerden bis Podsolen. Die Waldgrenze bildet dort der Alpenrosen-Zirbenwald mit Eisenpodsolen.

In den Berchtesgadener Alpen folgt nach H. Mayer (1974) oberhalb der tief-subalpinen Stufe eine **hoch-subalpine Stufe** zwischen 1 800 - 2 200 m mit Latschen-Buschwald und acidophilen Zwergsträuchern. Klimaxböden sind dystrophe Tangelrendzinen. Diese Stufe fehlt in den Zentralalpen, wo an ihrer Stelle häufig ein Zwergstrauchgürtel mit Eisenhumuspodsolen den Übergang zur **alpinen Rasenstufe** bildet.

Ihre Klimaxböden sind alpine Polsterrendzinen auf Carbonatgestein, zum Teil auch Pechrendzinen, und alpine Rasenbraunerden in Vergesellschaftung mit alpinen Rankern auf Silikatgestein. Die Podsolierung tritt in den Hintergrund, da die Vegetation keine schwer zersetzbare, saure Streu bildet. Die typische Humusform ist ein mullartiger Moder.

Die **alpine Rasen- bzw. Mattenstufe** umfaßt in den Berchtesgadener Alpen das Höhenintervall von 2 200 bis 2 800 m, in den Zentralalpen den Bereich von 2 400 bis 2 900 m. Darüber folgt bis zur Schneegrenze die **subnivale Zone** mit Carbonat- und Silikatrohbböden. Nur stellenweise finden sich wenig entwickelte Polsterrendzinen und Ranker.

1) Wie Zöttl (1965) lehnen wir uns an die Humusformennomenklatur von Kubiena (1953) an. Eine umfassende Kennzeichnung genetischer und ökologischer Eigenschaften von Gebirgshumusformen führt derzeit R. Bochter im Nationalpark Berchtesgaden durch.

Diese Ausführungen informieren nur in groben Umrissen über die wichtigsten Gebirgsböden und ihre höhenzonale Anordnung. Detaillierte Angaben finden sich bei Gracanin (1972 a, 1972 b), Neuwinger (1970), Jenny (1930), Kubiens (1948, 1970), Pallmann et al. (1930).

In Abhängigkeit vom Relief gibt es zahlreiche Abweichungen. Typisch z. B. sind für Senken und Mulden Moore, Gleye und Pseudogleye.

Gebirgsböden unterscheiden sich von den Böden des Alpenvorlandes im allgemeinen durch Geringmächtigkeit, Skelettreichtum und hohe Humusgehalte. Die Geringmächtigkeit und der Skelettreichtum sind eine Folge der Hangsteilheit mit Bodenabtrag und neuerlicher Hangschuttakkumulation. Außerdem nimmt mit der Höhe die chemische Verwitterung ab.

Besonders auffallend ist der Humusreichtum vieler Gebirgsböden. Er ergibt sich aus der Differenz zwischen der Anlieferung organischer Substanzen und ihrem mikrobiellen Abbau. Da es bergauf in der Regel kühler wird, sinkt die Abbaugeschwindigkeit. Eine tiefreichende Einarbeitung in den Unterboden findet ebenfalls nicht statt, weil das Solum zu geringmächtig ist und Bodenwühler mit großer Leistung fehlen. Deshalb weisen viele Gebirgsböden mächtige Humuslagen auf, die über dem Mineralboden oder dem Muttergestein liegen.

Auflagehumus wird wesentlich rascher abgetragen und abgebaut als an Tonminerale adsorbierte Humuspartikel. Aus diesem Grund sind Standorte mit Moder, Rohhumus oder Tangelhumus besonders gefährdet. Kahlschläge mit anschließender Beweidung können katastrophale Folgen haben. Darauf kommen wir bei der Diskussion der Ergebnisse noch ausführlich zu sprechen.



Abb. 3: Tangelrendzina Hochfellingipfel, Chiemgauer Berge. In nord-exponierten Lagen bilden sich unter Latschen, Alpenrose und Heidelbeere oft mächtige organische Auflagen über dem kaum zersetzten Carbonatgestein. Sie werden Tangelhumus genannt. Da die organische Bodensubstanz nicht an Tonminerale gebunden ist, also keine Ton-Humus-Kopplung vorliegt, sind diese Substrate besonders gefährdet. Ihre Neubildung geht sehr langsam vor sich; es sind mehrere tausend Jahre hierfür notwendig (Foto: Zech).

3. Das Untersuchungsgebiet

3.1. Lage

Hier sollen in erster Linie die Ergebnisse dargestellt werden, die im Westteil des Hagengebirges in der **montanen** Stufe gewonnen wurden (= Arbeitsgebiet im engeren Sinn, vgl. Bochter, 1978).

In den Abschnitten 5.2 und 5.3 diskutieren wir darüber hinaus Ergebnisse aus dem Lattengebirge, vom Hochkalter und vom Geigelstein (= Arbeitsgebiet im weiteren Sinn, vgl. Neuerburg, 1978, Röhle, 1977, und Meier, 1979). Das engere Arbeitsgebiet erstreckt sich von der Mittelstation der Jennerbahn gleichbleibend in etwa 1 200 m bis an den Fuß des Seeaukopfes und umfaßt die Areale der Vogelhüttenalm, der Wasserfallalm, der Königsbachalm, der Büchsenalm und der Gotzentalm. Einheitlich sind alle Almen Niederleger. Über ihre Lage informiert Abb. 4 auf S. 9.

3.2 Klima

Nach Enders (1979) ist im Almgebiet zwischen Jenner und Seeaukopf in der montanen Stufe mit durchschnittlich 1 800 mm Niederschlag im Jahr zu rechnen; die Schwankungsbreite liegt zwischen 1 500 mm und 2 000 mm. Die Niederschlagsverteilung zeichnet sich durch ein deutliches Maximum in der Vegetationszeit aus, wobei der niederschlagsreichste Monat (Juli) Werte bis über 250 mm erreicht.

Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt ca. 5 Grad Celsius; im Januar als kältestem Monat liegen die Mittelwerte bei -3 Grad Celsius, während im Juli, dem wärmsten Monat, die Durchschnittstemperatur um 14 Grad Celsius beträgt. An etwa 100 Tagen im Jahr herrschen Durchschnittstemperaturen von über 10 Grad Celsius.

3.3 Geologie und Böden

Wenn Ranke (1929) schreibt, »im Berchtesgadener Almgebiet sind hauptsächlich zwei Böden hervorzuheben, das Verwitterungsprodukt des Lias und das des Kalkes«, so deutet er damit die beiden wichtigsten, aber grundsätzlich verschiedenen Substrattypen bereits an. Im einen Fall, beim Kalk, führt die Bodenbildung zu relativ **flachgründigen Rendzinen und Lehmrendzinen**; das anorganische Ausgangsmaterial stellen Bergsturz- und Hangschuttmassen sowie Lokalmoränen dar. Sie bestehen aus Dachsteinkalk, verschiedenen Dolomiten der Obertrias und - seltener - aus Liaskalken. Charakteristisch sind stets **Grobskelettreichtum und Feinerdearmut**.

Das »Verwitterungsprodukt des Lias« (Ranke 1929) geht aus Kieselkalken, Kieselschiefern und Fleckenmergeln hervor. Lehm kennzeichnet die Bodenart; **grobe Skelettmassen fehlen**. Das Solum ist in der Regel entkalkt und weist pH-Werte unter 5 auf. Die Bodentypen lassen sich einerseits als **oligotrophe Braunerden** beschreiben, die selten Spuren von Podsolierung zeigen, häufiger aber Pseudovergleyung aufweisen. Andererseits treten Pelosole, Pelosol-Pseudogleye und Pelosol-Terrae fuscae auf. Es versteht sich von selbst, daß diese tiefgründigen Böden von jeher bevorzugt almwirtschaftlich genutzt wurden.

Nicht selten wechseln die flachgründig-skelettreichen und tiefgründig lehmigen Substrattypen sehr kleinräumig; oder es liegen kolluviale Durchmischungen ohne Schichtung vor. Die Böden lassen sich dann je nach dem Mischungsverhältnis der beiden »Grundsubstrattypen« als Kolluvien mit der Dynamik einer oligotrophen oder eutrophen Braunerde bzw. der einer Pararendzina beschreiben. Weiterführende Angaben zur Geologie entnehme man Ganss & Grünfelder (1973), Ganss (1978), Scherzer (1927), Haber et al. (o. J.). Zur Problematik der systematischen Ansprache von Bodenkolluvien im Gebirge vergleiche man Pallmann (1933), Neuwinger und Czell (1959), Neuwinger (1970) und Gracanin (1972).

3.4 Vegetation

Von Natur aus sind in der montanen Höhenstufe des Berchtesgadener Landes buchenbeherrschte Mischwälder zu erwarten. Der natürliche Anteil der Fichte dürfte dabei 35 % nicht überschritten haben, die Tanne war mit ca. 15 % beteiligt (H. Mayer 1966, v. Bülow 1950). Weitere Angaben über die ursprüngliche Bewaldung des Berchtesgadener Landes sind u. a. H. Mayer (1959) und Köstler & Mayer (1974) zu entnehmen.

Im Bereich der Almlichter findet man auf flachgründigen Rendzinen und Lehmrendzinen Alpenfettweiden (*Prunello-Poetum alpinae*), die tiefgründigen Böden werden von montanen Borstgrasfluren (*Polygalo-Nardetum*, Beweidungsausbildung) eingenommen. In Waldrandnähe vollzieht sich häufig ein gleitender Übergang zu Saumgesellschaften. Zur genaueren Unterrichtung kann auf Lippert (1966), z. T. auch auf Thiele (1978) und Zielonkowski (1975) zurückgegriffen werden. Eine umfassende Vegetationsaufnahme führt zur Zeit Herr Storch von der Abteilung Vegetationskunde der Forstwissenschaftlichen Fakultät München durch.

3.5 Alm- und Forstwirtschaft in ihrer geschichtlichen Entwicklung

Die früheste Urkunde, die die Existenz von Almen im Berchtesgadener Land erwähnt, stammt bereits aus dem achten nachchristlichen Jahrhundert; in älteren Arbeiten wird der darin erwähnte Name mit der heutigen Gotzentalm in Zusammenhang gebracht. Trifft dies zu, so muß im engeren Arbeitsgebiet, das der Gotzentalm unmittelbar vorgelagert ist, mit einer knapp 1200-jährigen Beeinflussung¹⁾ durch das Weidevieh gerechnet werden; denn mit Sicherheit wurden einzelne Lichtungen beim Auf- und Abtrieb als Weideflächen genutzt, die man später zu den heutigen Niederlegern erweiterte.

In neueren Untersuchungen wird der oben erwähnte Zusammenhang jedoch in Zweifel gezogen, wenn auch nicht endgültig widerlegt (vgl. hierzu Fehn, 1968).

Vermutlich nahm der anhaltende Aufschwung der Berchtesgadener Almwirtschaft 1120 seinen Anfang - nach der Gründung des Stifts Berchtesgaden. Aus der Zeit um 1400 liegen jedoch erst gesicherte Nachweise

1) Befunde von Neuwinger (1963) im Ötztal lassen eine noch wesentlich weiter zurückreichende Weidenutzung von Gebirgsböden möglich erscheinen.

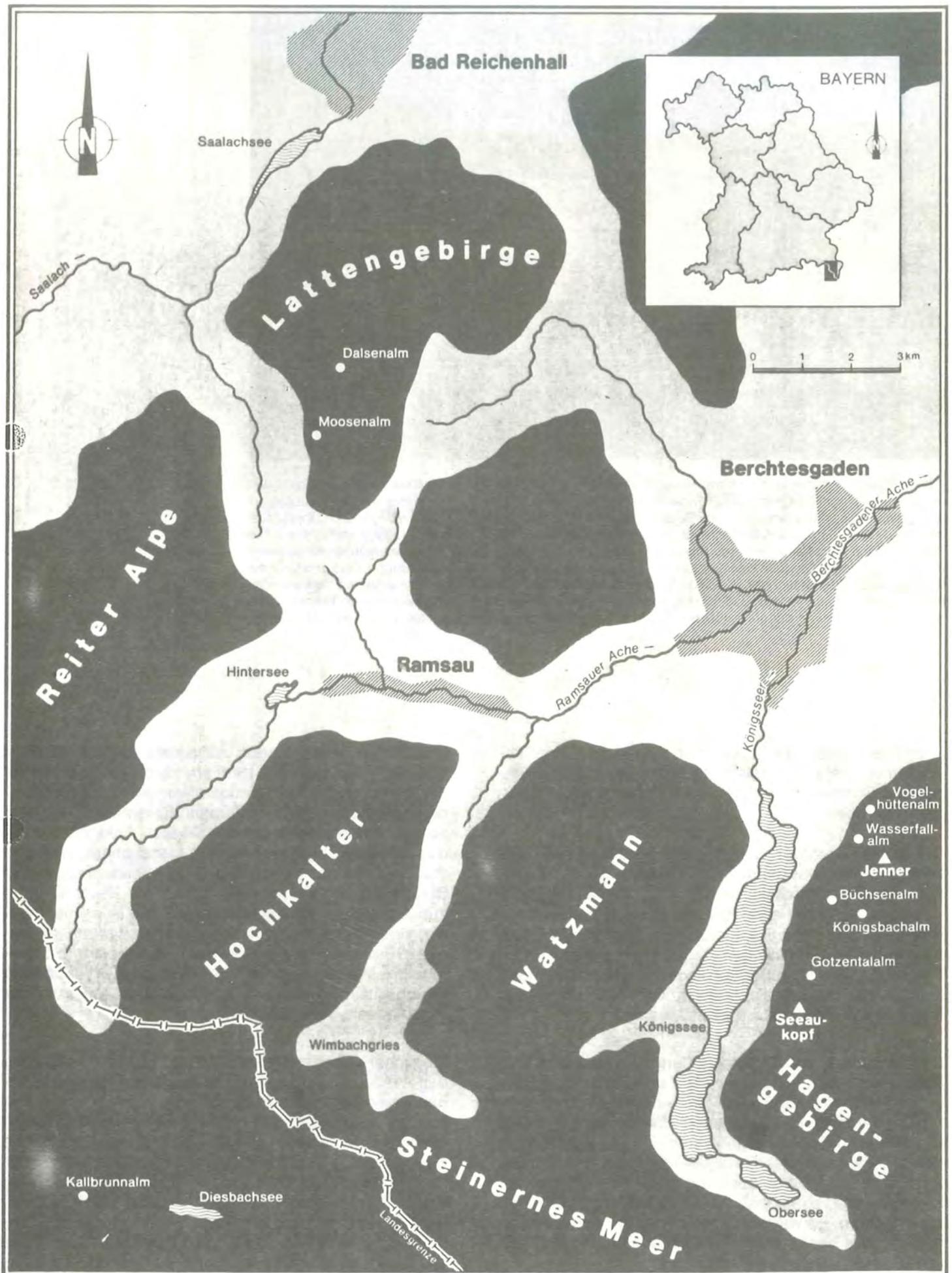


Abb. 4: Lage der Probeflächen im Alpenpark



Abb. 5: Der Markkaserhang im Kampenwandgebiet stellt die »Rückwand« einer karähnlichen Hohlform dar, mit Neigungen über 35 Grad und SE-Exposition. Man erkennt im oberen Teil des Hanges noch Reste des ursprünglichen Bergmischwaldes. Unter Buche, wie auf den oberen waldnahen Matten finden sich Übergänge zwischen Rendzinen und Kalksteinbraunlehmen aus Plattenkalk. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 25 cm. Die Matten zeigen noch keine größeren Erosionsschäden. Ihr Feinerdegewicht pro Volumeneinheit ist genauso hoch wie unter Wald, jedoch sind bereits hohe Humusverluste von über 50 % eingetreten. Dadurch sinkt die Stabilität des Bodengefüges wie auch die Wasserspeicherleistung. Die Folge ist eine erhöhte Erosionsanfälligkeit. Deutlich kann man im Bild den beginnenden Bodenabtrag erkennen. Es liegt also ein typischer Humusschwundhang vor, der ohne aufwendige Verbauungsmaßnahmen nicht zu stabilisieren ist (Foto: Zech).

über das Bestehen von Almen in Form von Erbrechtsbriefen vor; schon damals erstreckte sich zwischen Jenner und Gotzen das wichtigste Almgebiet der Berchtesgadener Alpen.

Die exakten Jahreszahlen der Erbrechtsbriefe der einzelnen Almen konnten nicht in Erfahrung gebracht werden; dies ist jedoch kein Nachteil, denn ihr Aussagewert ist begrenzt. Nach Fehn (1968) ging nämlich die Anlage einer Alm bzw. ihre Erweiterung der rechtlichen Fixierung in der herrschaftlichen Registratur oft »nicht unbedeutend« voraus; außerdem liegen in diesen Urkunden keine Angaben über die damalige Größe der Almfläche vor, lediglich ihre Existenz ist bewiesen.

Ein Reichtum des Berchtesgadener Landes war sein Salzvorkommen; schon seit 1197 arbeitete eine Saline in Schellenberg, 1555 folgte die Saline in Frauenreuth. Für die Salzgewinnung stellten die Wälder ein kostbares Gut dar, um dessen Erhaltung man sich schon zu Beginn des 16. Jahrhunderts Gedanken machte. So legt das Berchtesgadener Waldbuch von 1529 die Weidebezirke im Almbereich exakt fest, um den Wald vor Übergriffen zu bewahren. Es wurden jedoch trotzdem weiter Almen gerodet und bestehende erweitert, was man nachträglich oft rechtlich sanktionierte.

Nach dem Dreißigjährigen Krieg bemühte man sich erneut, einen Überblick über alle Almrechte in Berchtesgaden zu gewinnen; das Verzeichnis von 1689 weist eine

erhebliche Zunahme des Almareals im Vergleich zu 1529 auf; diese hält bis 1800 an, als die letzten Hochleger im Hagengebirge gegründet wurden. Der eigenständigen klösterlichen Verwaltung in Berchtesgaden ist es zuzuschreiben, daß man das »wilde« Anlegen von Almen hinnahm und nachträglich genehmigte, während das benachbarte bayerische Reichenhall eine genaue Beachtung der (vermutlich ähnlichen) Verordnungen zum Schutz der Wälder durchsetzte. So ist es nicht verwunderlich, daß man, nachdem Berchtesgaden im Jahre 1810 an Bayern gefallen war, die unbedingte Erhaltung des Waldareals und damit die völlige Unterbindung jeglicher Almerweiterung zum obersten Prinzip in der Forstverwaltung bestimmte.

Möglicherweise waren Zustand und Zusammensetzung der Wälder zum damaligen Zeitpunkt mit heutigen Verhältnissen vergleichbar; die Eingriffe des Menschen hatten das ursprüngliche Waldbild jedenfalls entscheidend geändert. v. Bülow (1959) gibt die ursprüngliche Baumartenzusammensetzung im montanen Bergmischwald mit Fichte : Tanne : Buche = 50 : 15 : 35 an; dieser Bergmischwald soll nach Mayer (1966) bis ins 15. Jahrhundert noch zwischen den Rodungsinseln bestanden haben. In keiner angeführten Vegetationsaufnahme allerdings ist heute eine Buche zu finden; alleinherrschend ist die Fichte, manchmal steht eine Lärche dazwischen.

Wie kam es zu dieser Umgruppierung?

Dem »Schwarzholz«, insbesondere der Fichte, wurde in den Sudwäldern der eindeutige Vorrang eingeräumt; nur Nadelholz war infolge seiner schwächeren Glut zum Salzsieden geeignet. v. Bülow (1950) gibt für die Salinen einen Bedarf von Nadelholz zu Laubholz im Verhältnis von 13:1 an. So wurden die Holzmeister beauftragt, das Laubholz in den Sudwäldern mehr oder weniger systematisch zu vernichten (ohne Nutzung!). Espen, Ulmen, Birken, Buchen usw. galten als Unholz, das man in größeren Beständen sogar mit Brand bekämpfte.

Das wohl größte Problem der Holzwirtschaft stellte in der damaligen Zeit die Bringung dar; v. Bülow (1950, S. 80) schreibt: »... der Bach war genauso wichtig, wie der an ihm gelegene Wald«; auch aus diesem Grund wurde besonderer Wert auf das Nadelholz gelegt, denn die Buche ist nicht trifftbar.

Außerdem war es den Bauern verboten, für ihre »Hausnotdurft«, z. B. zur Errichtung von Zäunen auf den Almen usw. Nadelholz zu verwenden; nur Laubholz war zugelassen.

Um den gewaltigen Holzbedarf der Salinen zu decken, konnte die Holzernte nur im Großkahlschlag durchgeführt werden. Man legte Wert darauf, daß ganze Bergflanken, »vom Bach bis zur Schneid«, in einem Zuge - selbstverständlich nach Maßgabe der damaligen Mittel - abgeräumt wurden. Dies geschah zunächst überall, wo die Bringungsverhältnisse günstig waren, was in jedem Fall auch für das engere Arbeitsgebiet zutrifft. Diese Großkahlschläge trugen entscheidend dazu bei, daß der montane Bergwald heute völlig anders aufgebaut ist.

v. Bülow (1950) gibt für die Reichenhaller Sudwälder eine Umtriebszeit zwischen 80 und max. 200 Jahren an, Zeiten, die ohne weiteres für Berchtesgaden übernommen werden können; geht man nun - in der montanen Stufe - von Umtriebszeiten zwischen 100 und 150 Jahren aus, so ergibt sich, daß über die Wälder des Untersuchungsgebietes **bis zu 6 Mal** ein Großkahlschlag hinwegging; dies muß sich naturgemäß auch auf Boden und Bodeneigenschaften, insbesondere auf das Humuskapital auswirken.

H. Mayer (1959) schreibt hierzu: »... Schwerwiegender ist, daß über leicht bringbare Lagen innerhalb von 800 Jahren die Salinenkahlschläge 3 bis 6 mal, über schwer bringbare 2 bis 3 mal hinweggegangen sind und selbst Hochlagen, beispielsweise die Reiter-Alpe, durch Anwendung trockener Holzstürze in Mitleidenschaft gezogen wurden.«

1755 verordnete man in Reichenhall die Einführung eines schonenderen, aber immer noch vertikal »vom Bach bis zur Schneid« reichenden Streifenkahlschlags; die endgültige Umstellung gelang jedoch erst im beginnenden 19. Jahrhundert. Mit der Eingliederung Berchtesgadens ins Königreich Bayern setzte sich dieses Verfahren verspätet - so ist zu vermuten - auch hier durch, denn »die Holzwirtschaft in Berchtesgaden entbehrte einer ähnlich straffen Organisation wie in Reichenhall« (v. Bülow, 1950).

Mit zur Alleinherrschaft der Fichte im heutigen Bergwald trug lt. Köstler & Mayer (1974) auch das sich seit dem

ausgehenden 15. Jahrhundert verschlechternde Klima bei. Der dadurch eingeleitete natürliche Fichtenvorstoß hätte jedoch - das sei betont - nie solche Ausmaße erreicht und solch eintönige »Forsten« entstehen lassen, wäre er nicht durch die Tätigkeit des Menschen entscheidend gefördert worden.

Die später allgemein verbreitete Wiederaufforstung durch Fichten wurde oft mit ungeeigneten Herkünften durchgeführt. Die Naturverjüngung stellt deshalb ein besonderes Problem dar (Neuerburg, 1977). Aber auch die überhöhten Wildbestände tragen ihren Teil zur »Vergreisung« der Bergwälder bei (vgl. Schauer, 1977); außerdem ist die Waldweide aufzuführen. Geradezu charakteristisch ist, daß im Durchschnitt die Waldweide einer Alm im Berchtesgadener Land nach Flächenangaben bei Ranke (1929) die lichte Weide um das Sechsfache übertrifft. Etwaige Zäune trennen nie Wald und Weide, sondern lediglich die Areale zweier Almen.

Die Lärche tritt heute deshalb stärker in den Vordergrund, weil sie zum einen bei Kahlschlag wegen ihres wertvollen Holzes oft geschont wurde und die Almbauern sie andererseits wegen ihrer lichten, den Graswuchs fördernden Krone im Gegensatz zu Fichte und Tanne nicht fällten.

Der Höhepunkt der Almwirtschaft liegt in Berchtesgaden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts; seit etwa 1850 setzt ein Rückgang ein. Im Jahre 1928 erreichte der Auftrieb nicht einmal mehr die Hälfte des rechtlich zugelassenen. Dies gilt auch für die heutige Situation. Allerdings hat sich das Gewicht der Tiere geändert; Kühe sind jetzt viel schwerer als früher, wodurch die Bodenkrume verstärkt in Mitleidenschaft gezogen wird.

Von Bedeutung ist dies vor allem während feuchter Witterungsperioden, wenn die Tiere aus Personalmangel nicht auf weniger gefährdete Standorte getrieben werden.

Ein erhebliches Überschreiten der gesetzlichen Grenzen der Auftriebszahlen muß man für die Blütezeit der Almwirtschaft veranschlagen, deshalb geben die Zahlen für die Auftriebsberechtigung, wie sie später bei den einzelnen Probeflächen noch vorgestellt werden, nur einen vagen Anhaltspunkt, d. h. vor 200 bis 100 Jahren stand mit großer Sicherheit mehr Vieh auf den Almen als rechtlich zugelassen.

4. Methoden

4.1. Gelände

Um den Einfluß der menschlichen Wirtschaftsweise auf die Eigenschaften, besonders auf den Humusgehalt der Gebirgsböden zu erfassen, wurden standörtlich möglichst homogene Probeflächen ausgewählt. Jede Probefläche besteht aus zwei Vergleichsflächen: der Vergleichsfläche Alm und der Vergleichsfläche Wald. Auf beiden Vergleichsflächen wurden 5 Bodeneinschläge ausgehoben, und zwar auf der Almlichte bzw. im benachbarten Wald. Die Homogenität überprüften wir anhand der folgenden Parameter:

- Höhenlage
- Exposition
- Geländeform (Relief, Mikrorelief, Entfernung von der Kammlinie)
- Neigung
- Ausgangssubstrat der Bodenbildung.



Abb. 6: Waldprofil der Probefläche Büchsenalm, oberhalb des Königssees, Berchtesgadener Alpen. Man erkennt eine stark humose verlehnte Pararendzina aus carbonatreicher Jungmoräne mit Humusvorräten von 14 kg/qm/50 cm Bodentiefe (Foto: Bochter).

Die Profilbeschreibung erfolgte in Anlehnung an die Kartieranleitung der Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde (1971). Für jede Vergleichsfläche liegt eine Vegetationsaufnahme vor.

Um die Feinerdemenge annähernd repräsentativ ermitteln zu können, wurden horizontweise, je nach Steingehalt, bis zu drei Volumenproben (1 l, 4 l) gezogen. Daneben entnahmen wir aus jeder Lage Mischproben für die chemischen Analysen.

Große Schwierigkeiten bereitete der allgemein hohe Skelettanteil beim Ziehen der 100 ml Stechzylinderproben zur Kennzeichnung des Porenvolumens im Oberboden (oberste 5 cm!). Um die vorgesehenen drei Zylinderfüllungen pro Profil zu erhalten, waren oft mehr als 10 Ansätze nötig. Häufig mußten gezielt die feinerdereichen Stellen ausgesucht werden, um überhaupt den Stechzylinder einschlagen zu können. Der sich ergebende Mittelwert ist daher nur bedingt repräsentativ. Für jede Vergleichsfläche liegen aber immerhin 15 entsprechende Proben zur Porenvolumenbestimmung vor.

Für jede Probefläche mit ihren zwei Vergleichsflächen bestimmten wir nicht nur die Standortfaktoren und Bodenkennwerte, sondern zusätzlich die sog. **Beweidungsintensität**. Das ist eine Schätzgröße, die zum Ausdruck bringt, wie oft und wie lange sich das Vieh auf den Probeflächen aufhält bzw. aufgehalten hat, d. h. wie intensiv die Böden vom Vieh beeinflusst sind.

Die Beweidungsintensität einer Fläche hängt u. a. von folgenden Größen ab:

- Entfernung vom Kaser
- Nahrungsangebot und Substrat
- Hangneigung
- Exposition
- Zugänglichkeit
- Größe der Licht- und Waldweidefläche
- Bestoßungszahl
- Zahl der Weidetage
- Vorhandensein von Regenschutz oder schattenspendenden Bäumen
- erlernte Verhaltensweisen der Tiere.

Im Gelände ließ sich die Beweidungsintensität relativ einfach anhand des Narbenversatzes, der Trittschäden, des Deckungsgrades von Vegetation und Auflage und des Verhältnisses von Gräsern zu Kräutern im Deckungsgrad abschätzen.

Die Intensität der Beweidung wird in folgenden Kategorien angegeben:

Kategorie 1 = kaum beweidet

Kategorie 2 = mäßig beweidet

Kategorie 3 = mittel beweidet

Kategorie 4 = intensiv beweidet

Die Beweidungsintensität schätzten wir nur für die Almlichte; es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß der Waldboden einer Probefläche ebenfalls eine entsprechende Beweidung erfährt, wenn er durch Kahlschlag freigestellt ist und aufkommender Graswuchs jetzt das Vieh anlockt.

4.2 Labor

Porenvolumen (Vakuum-Luftpyknometer nach Langer).

Trockengewicht der Volumenproben (Feinerde bei 105 Grad Celsius, Auflageproben bei 65 Grad Celsius getrocknet).

pH-Wert / 1 n KCl mit Glaselektrode,

Carbonat mit der Scheibler-Apparatur,

Kohlenstoff durch nasse Oxidation mit Kaliumdichromat nach Lichterfelder.

Gesamtstickstoff nach Kjeldahl (NO_3 vorher durch Salizylsäure reduziert).

Die durch 2 mm-Siebe vom Skelett abgetrennten Feinerdeproben wurden einzeln analysiert, was für jede Vergleichsfläche 5 Einzeldaten ergibt. Die Unterschiede der Mittelwerte aus diesen 5 Einzeldaten pro Horizont jeder Vergleichsfläche testeten wir anschließend auf Signifikanz.

4.3 Auswertung

Die Auswertung erfolgte über den Computeranschluß der Forstlichen Forschungsanstalt in München mittels einer einfachen Varianzanalyse. Vom Rechner wird zur Kennzeichnung der Signifikanz der Unterschiede zwischen den Gruppen (Alm- und Waldprofile) die Irrtumswahrscheinlichkeit ausgedrückt. Aus ihr lassen sich - wie allgemein üblich - folgende Abstufungen der Signifikanz des Unterschiedes entnehmen.

Irrtumswahrscheinlichkeit:	Unterschied:
5 - 1 %	* Unterschied signifikant
0,99 - 0,10 %	** Unterschied sehr signifikant
kleiner 0,10 %	*** Unterschied hochsignifikant

Folgende Variablen wurden varianzanalytisch getestet:

- Horizontmächtigkeit
- Feinerdegewicht pro Horizont
- Porenvolumen im Oberboden
- pH-Wert pro Horizont
- Karbonatgehalt pro Horizont
- Kohlenstoffgehalt pro Horizont
- Stickstoffgehalt pro Horizont
- Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis pro Horizont
- Kohlenstoff- und Stickstoffvorrat in der Auflage
- Kohlenstoff- und Stickstoffvorrat bis 10 cm Mineralbodentiefe mit und ohne Auflage



Abb. 7: Almprofil der Probefläche Büchsenalm, oberhalb des Königssees, Berchtesgadener Alpen. Unter gleichen Standortbedingungen lassen sich auf der Lichtalmfläche der Büchsenalm nur noch 9 kg C/qm/50 cm Bodentiefe nachweisen im Gegensatz zu 14 kg C/qm/50 cm beim Waldprofil (s. Abb. 6). Diese Differenz von fast 40 % ist hochsignifikant und eine Folge der Umwandlung des montanen Urwaldes in eine Almlichte. Unbekannt bleibt die Höhe der tatsächlichen Humusverluste im Vergleich zum Urwald, da dieser heute nirgends mehr erhalten ist. Unsere Angaben über den Humusverlust basieren nämlich auf einem Vergleich der heutigen Waldstandorte mit solchen von Lichtalmen (Foto: Bochter).

- analog bis 30 cm Mineralbodentiefe mit und ohne Auflage
- analog bis 50 cm Mineralbodentiefe mit und ohne Auflage
- Kohlenstoff- und Stickstoffvorrat zwischen 10 und 30 cm Mineralbodentiefe
- analog zwischen 30 und 50 cm Mineralbodentiefe
- prozentualer Anteil der Auflage am Gesamtkohlenstoff- und Gesamtstickstoffvorrat
- analog prozentualer Anteil am Gesamtvorrat für eine Tiefe von 0 - 10 cm mit und ohne Auflage
- analog für eine Tiefe von 0 - 30 cm mit und ohne Auflage
- prozentualer Anteil am Gesamtkohlenstoff- und Stickstoffvorrat in 10 - 30 cm Profiltiefe
- analog in 30 - 50 cm Profiltiefe.

In der vorliegenden Arbeit diskutieren wir nur einige wesentliche Parameter, z. B. Feinerdegewicht, Porenvolumen, Kohlenstoffvorräte und Stickstoffkapital. Später beabsichtigen wir nämlich den gleichzeitigen Einfluß sämtlicher Faktoren auf die Humus- und Stickstoffvorräte mittels multivariater statistischer Methoden zu untersuchen.

Da sich im Zuge der Auswertung herausstellte, daß häufig aus noch zu erörternden Gründen die Feinerdemenge unter Wald geringer ausfiel als auf der Almlichte, beschlossen wir einen rechnerischen Ausgleich: aus den 30 Volumenproben, die zur Bestimmung des Feinerdegewichts/Mineralbodenhorizont einer Probefläche zur Verfügung standen (Alm- und Waldprofile zusammen!), bildeten wir den Mittelwert. Anschließend berechneten wir die Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte der Mineralbodenhorizonte, einmal auf der Basis der tatsächlich gemessenen Feinerdegewichte, zum anderen auf der Basis des errechneten Mittelwertes aus 30 Volumenproben (= Kenngrößen des sog. »Idealprofils«).

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, nur die Vorräte der Almböden neu zu berechnen und dabei die geringeren Feinerdemengen der Waldböden zugrunde zu legen oder umgekehrt die höheren Feinerdemengen der Almböden als Basis für die Neuberechnung der Vorräte im Wald zu benutzen. Da man aber einerseits im Wald mit Feinerdeverlusten nach Kahlschlag zu rechnen hat und andererseits auf der Almfläche mit relativer Feinerdezunahme infolge Trittverdichtung, entschlossen wir uns, wie oben beschrieben, die durchschnittlichen Feinerdemengen aller Wald- und Almproben/Horizont/Probefläche als Basis für die Berechnung der Vorräte unserer »Idealprofile« zu verwenden.¹⁾

¹⁾ Da die Feinerdemenge in der Regel eng korreliert mit dem Steingehalt einer Volumenprobe, besteht auch die Möglichkeit, mittels einer Kovarianzanalyse den Steingehalt als covariate Größe in den Berechnungen auszuschalten. Der Computer berechnet dann die Vorräte auf der Basis von Feinerdemengen, die bereinigt sind vom covariaten Einfluß der Steingehalte bzw. Steingewichte.

5. Ergebnisse und Diskussion

5.1. Probeflächen der montanen Stufe

5.1.1 Flachgründige Böden aus skelettreichem, feinerdearmem Substrat (Rendzinen und Lehmrendzinen)

5.1.1.1 Probefläche Königsbachalm,

Topographische Karte: 8444, R-Wert 76143,
H-Wert: 70590

Eine unserer Probeflächen liegt im Bereich der Königsbachalm; almwirtschaftliche und almgeschichtliche Verhältnisse kann man folgendermaßen kennzeichnen (nach Rauke 1929, Amt für Landwirtschaft, Laufen):

Königsbachalm: Berechtigungsalm ohne Schwandrecht
Niederleger
58 Weidetage pro Jahr

Größe: Lichte: 41,60 ha = 0,49 ha/pro Rind (1928/1976)
Waldweide: 22,78 ha = 0,26 ha/pro Rind (1928/1976)

Auftrieb:	Berechtigung	1928	1953	1976
Rinder	215	111	67	78
Schafe	3	10	1	—
Ziegen	9	—	—	—

Die SW-exponierte Probefläche weist eine Neigung von 23 Grad auf. Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist Hangschutt des Dachsteinkalks; aus ihm entwickelten sich Lehmrendzinen (Profilbeschreibung und Analysen vgl. Tab. 1-13).¹⁾ Von Natur aus stockte hier vermutlich ein montaner Buchenwald mit vielen Wärmezeigern (Carici-Fagetum), die sich z. T. auch noch im Waldunterwuchs finden.

Der Eingriff des Menschen führte zu entscheidenden Änderungen: Die Fichte dominiert; zur Zeit läßt sich der Bestand als Fichtenbaumholz beschreiben, vereinzelt stehen Lärchen dazwischen.

Es wäre denkbar, daß die Umbildung des Bestandes an dieser Stelle recht langsam vor sich ging; denn der Geländeabschnitt, in dem die Waldprofile liegen, gehört rechtlich noch zum Almbereich. Aus diesem Grunde kam es auf dieser Wald-Vergleichsfläche vermutlich nie zu ausgeprägten Freistellungen durch Kahlschlag mit kräftiger Erosion und verstärkter Mineralisation, wie dies für Staatswald- bzw. ehemalige Salinenflächen anzunehmen ist. Die Holzentnahme der Almbauern beschränkte sich nämlich überwiegend auf den Bau- und Brennholzbedarf der Almen.

Die Tatsache, daß der Wald hier der offiziellen forstlichen Nutzung entzogen war und nur einer spärlichen bäuerlichen Bewirtschaftung unterlag, scheint eine einleuchtende Begründung dafür, daß der Waldboden dieses Standortes, statistisch gesichert, je nach Horizont zwischen 40 % und 80 % mehr Feinerde enthält als der Almboden unmittelbar daneben. Permanente Bestockung und schonende Nutzung schädigen die Böden

kaum. Kahlschlag wie Beweidung fördern dagegen Abtrag von Feinerde.

Anders liegen die Verhältnisse auf den übrigen Probeflächen; dort stimmt stets die Waldgrenze mit der Grenze der Nutzungsberechtigung durch das Forstamt überein. Daher liefert die Probefläche Königsbachalm ein Beispiel dafür, wie gravierend Feinerdeverluste bei totaler Waldvernichtung im Zuge einer Almrodung auf diesem Substrattyp sein können. Mit Sicherheit haben nämlich die Bauern ihre Almfläche nicht auf von Natur aus steinigere Substrate gelegt und das feinerdereichere dem Wald überlassen. v. Bülow (1950) und Aicher (1962) belegen mit Fotos, welche Ausmaße die »Verkarstung« nach Kahlschlag und anschließender Beweidung insbesondere in S-Lagen auf carbonatreichen Substraten annehmen kann; der feinerdereiche Oberboden ist verschwunden, die groben Skelettmassen oder der anstehende Fels des Untergrundes erscheinen.

Carbonatgehalte und pH-Werte des Mineralbodens lassen varianzanalytisch keine Unterschiede erkennen (vgl. Tab. 1). Die Vegetation auf der Almlichte kann als Buphthalmum-Calamagrostis-varia-Flur beschrieben werden (Tab. 2); sie bedeckt den Boden zu 100 % und bildet eine für Almvegetation mächtige Auflage.

Die Porenvolumina der A-Horizonte von Alm- und Waldböden unterscheiden sich nicht (59 bzw. 58 %); die Beweidungsintensität ist vergleichsweise gering (Kategorie 1 = kaum beweidet) und zudem der Skelettgehalt sehr hoch. So konnte sich der schwache Viehtritt in keiner meßbaren Verdichtung des Oberbodens auswirken. Zusätzlich lockert eine in Anbetracht der Südlage mannigfaltige Bodenfauna das Erdreich.

Betrachten wir die Kohlenstoffvorräte bis 50 cm Tiefe, so erkennt man, daß unter der montanen Buntreitgras-Flur statistisch gesichert 18,7 % weniger Humus vorkommt als unter Fichtenwald.

Was die Stickstoffvorräte anbelangt, unterscheiden sich Wald- und Almböden dieser Probefläche nicht; die Durchschnittswerte liegen sehr nahe beisammen und betragen 0,87 kg/qm/50 cm Tiefe im Almbereich und 0,85 kg/qm/50 cm unter Wald. Zunächst überraschen derartig hohe Almbodenwerte.

Die wichtigsten Ergebnisse seien nochmals kurz zusammengefaßt:

¹⁾Sämtliche Tabellen befinden sich im Anhang.

Übersicht 1: C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Königsbach

	kg C/m ² /50 cm		kg N/m ² /50 cm	
	mit Auflage	ohne Auflage	mit Auflage	ohne Auflage
Wald	11,2	10,1	0,85	0,82
Lichtalm	9,1	8,9	0,87	0,86
Differenz	- 19 %	- 12 %	+ 2 %	+ 5 %
Signifikanz		n. s.	n. s.	n. s.

5.1.1.2 Probefläche Gotzentalm

Topographische Karte: 8444, R-Wert: 73 300, H-Wert: 69 200

Diese Probefläche liegt im Gebiet der Gotzentalm. Almwirtschaft und Almgeschichte seien durch folgende Angaben gekennzeichnet (Ranke 1929, Amt für Landwirtschaft, Laufen):

Gotzentalm: Berechtigungsalm mit Schwandrecht
Niederleger
61 Weidetage pro Jahr

Größe: Lichte: 18,05 ha = 0,27 ha pro Rind (1928-1976)
Waldweide: 137,11 ha = 2,00 ha pro Rind (1928-1976)

Auftrieb:	Berechtigung	1928	1976
Rinder	159	78	57
Schafe	7	23	16
Ziegen	6	-	-

Ausgangssubstrat der Böden, die man durchwegs als Lehmrendzinen ansprechen kann (Horizontbeschreibung siehe Tab. 14-26 im Anhang), ist skelettreiche Jungmoräne. Betrachtet man Feinerdemenge, pH und Carbonatanteil der Mineralbodenhorizonte (Tab. 14), so lassen sich keine gesicherten Unterschiede zwischen Alm- und Waldfläche nachweisen, was für die Homogenität des Ausgangsmaterials spricht.

Wie bei Probefläche Königsbachalm ist die potentielle natürliche Vegetation ein montaner Buchenwald mit vielen Wärmezeigern im Unterwuchs. Der SW-exponierte Hang ist nur 18 Grad geneigt.

Heute läßt sich der Wald als Fichtenbaum- und Stangenholz mit wenig Lärche beschreiben, einige Überhälter stehen dazwischen. Im benachbarten Almbereich schließt sich eine Buphthalmum-Calamagrostis-varia-Flur (Tab. 15) an. Leider fehlen im Forstamt Berchtesgaden jegliche Aufzeichnungen über die Bestandesgeschichte an dieser Stelle; vermutlich erfolgte die Holzernte jedoch mehrmals im Zuge eines vertikalen Kahlschlags.

Die Beweidungsintensität ist mittel und damit wesentlich wirksamer als auf Probefläche Königsbach. Deshalb unterscheiden sich auch die Porenvolumina der Alm- und Waldstandorte sehr signifikant (Lichtalm = 57,3 %, Wald = 61,7 %). Trotz mittlerer Beweidungsintensität bleiben die Almoberböden wegen ihres Skelettreichtums relativ locker.

Die Unterschiede der Kohlenstoffvorräte bis 50 cm Profiltiefe lassen sich statistisch nicht sichern. Sie streuen im Wald zwischen 6,9 und 15,9 kg C/qm/50 cm Tiefe, der Mittelwert beträgt 10,5 kg; diejenigen der Lichtweideflächen schwanken zwischen 5,1 und 11,6 kg/qm/50 cm mit einem Mittelwert von 8,6 kg. Dies entspricht einem Humusschwund von 18 %. Läßt man die organische Auflage unberücksichtigt, so verringert sich die Differenz auf 10 %, wie Übersicht 2 zeigt.

Übersicht 2: Porenvolumen, C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Gotzental

	Porenvolumen im A _h	kg C/m ² 50 cm		kg N/m ²			
		mit Auf- lage	ohne Auf- lage	mit Auf- lage		ohne Auf- lage	
				30 cm	50 cm	30 cm	50 cm
Wald	61,7	10,5	9,4	0,55	0,68	0,51	0,64
Lichtalm	57,5	8,6	8,5	0,74	0,84	0,74	0,84
Differenz	- 8 %	- 18 %	- 10 %	+ 35 %	+ 24 %	+ 45 %	+ 31 %
Signifikanz	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.

Die starken Schwankungen der C-Vorräte unserer Einzelprofile machen eine Störung durch menschliche Einflußnahme wahrscheinlich, was im folgenden noch näher erläutert wird:

1. Kahlschlag führt zu Oberbodenabtrag und zu Humusverlusten durch Erosion wie Mineralisation. Eine intensive Beweidung unmittelbar nach dem Kahlschlag fördert besonders durch Viehtritt den Bodenabtrag. Die Waldvergleichsfläche Gotzentalalm ist **nach jedem Kahlschlag mit Sicherheit immer intensiv beweidet** worden, weil:

- der Lichtweideanteil von Haus aus gering ist und zusätzliche Weideflächen vom Vieh deshalb gerne angenommen werden;
- die freigestellten Flächen nahe der Alm liegen, wenig geneigt und somit gut zugänglich sind.

Die Feinerdeverluste dürften sich jedoch - bedingt durch vergleichsweise geringe Neigung - auf die oberen Profillagen beschränkt haben. Tatsächlich sind die durchschnittlichen Feinerdemengen der B₂-Horizonte in Wald- und Almvergleichsfläche nahezu gleich hoch, im Gegensatz zu denjenigen der A- und B₁-Horizonte (vgl. Tab. 14).

2. Seit der Rodung und Anlage der Almflächen regenerierte sich der Humuskapital dort beachtlich, d. h. Produktivität und Humusbildung der montanen Buntreitgrasflur sind sehr hoch und stehen derjenigen eines arg in Mitleidenschaft gezogenen Waldes nicht nach.

3. Wichtig scheint auf Probefläche Gotzentalalm die südseitig nach jedem Kahlschlag sofort einsetzende intensive Mineralisation, die einen echten **Humusschwund** im Sinne von Laatsch (1973) auslöst.

Auch in den Stickstoffvorräten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede (vgl. Übersicht 2): Mit 0,85 kg/qm/50 cm liegt der Durchschnittswert im Almenbereich jedoch auffällig höher als der unter Wald (0,68 kg/qm/50 cm). Ohne organische Auflage und nur bis 30 cm Tiefe

berechnet findet sich jedoch im Almboden um 45 % gesichert mehr Stickstoff. Almvergleichsflächen der Beweidungskategorie 3 und 4 (= mittel und intensiv) weisen in den oberen Bodenlagen stets signifikant höhere N-Vorräte auf.

5.1.1.3 Probefläche Büchsenalm

Topographische Karte: 8444, R-Wert: 75 820, H-Wert: 70 600

Diese Probefläche liegt auf einem 36 Grad steilen ONO-exponierten Hang. Über Almwirtschaft und -geschichte informiert folgende Zusammenstellung (Ranke, 1929, Amt für Landwirtschaft, Laufen):

Büchsenalm: Berechtigungsalp mit Schwandrecht
Niederleger
63 Weidetage pro Jahr

Größe: Lichte: 23,88 ha = 0,42 ha pro Rind
(Jahre 1928 - 1976)

Waldweide: 40,33 ha = 0,71 ha pro Rind
(Jahre 1928 - 1976)

Auftrieb:	Berechtigung	1928	1953	1976
Rinder	keine Angabe	50	59	60
Schafe	keine Angabe	-	9	-
Ziegen	keine Angabe	-	-	-

Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist skelettreiche, wülmzeitliche Moräne, die solifluidal von Lehmen der Liasverwitterung überlagert und durchmischt ist. Die Böden lassen sich als Übergänge zwischen Pararendzinen und Lehmrendzinen beschreiben. Der Urwald hatte hier vermutlich Schluchtwaldcharakter.

Die Almfläche bietet heute das Bild einer montanen Saumgesellschaft (Tab. 28); es erinnert mit vielen hochwüchsigen Gräsern und Kräutern an eine Buphthalmum-Calamagrostis-varia-Flur, nur fehlen Wärmezeiger.

Auf dem Waldboden stockt ein Fichtenbaumholz (Tab. 34). In der Forsteinrichtung von 1954 wird erwähnt, daß es sich um eine Fichtenpflanzung, z. T. auch um Naturverjüngung handle; leider fehlt unter der Überschrift Bestandesgeschichte jeglicher Eintrag.

Die enorm steile Probefläche wird kaum beweidet (Kate-

gorie 1). Das zeigt sich sowohl im Gelände als auch in der Vegetationsaufnahme, spiegelt sich aber auch in Analyseergebnissen. So finden sich keine signifikanten Differenzen im Porenvolumen; außerdem konnten wir keinen N-Gewinn auf den Almböden nachweisen (Tab. 27). Die folgende Übersicht 3 macht sogar N-Verluste wahrscheinlich.

Übersicht 3: Porenvolumen, C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probeflächen Büchsenalm

	Porenvolumen im A_n	kc C/m ² /50 cm		kg N/m ² /50 cm	
		mit Auf- lage	ohne Auf- lage	mit Auf- lage	ohne Auf- lage
Wald	61	15,6	14,0	0,95	0,90
Lichtalm	58	10,4	10,4	0,85	0,82
Differenz	- 5 %	- 33 %	- 26 %	- 13 %	- 9 %
Signifikanz	n. s.	**	*	n. s.	n. s.

Die Kohlenstoffvorräte betragen auf dieser schattseitigen Probefläche unter Wald 15,6 kg/qm/50 cm, auf der Almfläche 10,4 kg/qm/50 cm. Die Differenz von 33 % ist sehr signifikant.

Sowohl der Wald- wie auch der Almboden speichern nach Übersicht 4 und Tabelle 27 in der Auflage und in den obersten 10 cm des Profils etwa 40 % des ermittelten Kohlenstoffvorrats/qm/50 cm Tiefe, nämlich 6,4 bzw. 3,9 kg/qm; während in der Auflage allein unter Wald 12 % (= 1,6 kg C/qm) gebunden sind, entfallen auf sie im Almboden nur 0,8 (= 0,1 kg/qm); dagegen enthalten die obersten 10 cm des Almineralbodens mit 38 % (= 3,8 kg C/qm) deutlich mehr als unter Wald (30 % = 4,8 kg/qm). Damit zeigt sich die Bedeutung der organischen Auflage als Humusreservoir von Bergwaldböden.

Natürlich stellt sich die Frage, weshalb sich die Almprofile von den Waldprofilen in ihrem Humusspiegel auf diesem Steilhang so deutlich unterscheiden, wogegen sich auf der vorher beschriebenen Probefläche Gotzentalm keine signifikanten Unterschiede ergaben. Die wichtigsten Kennzeichen sind in Übersicht 5 für beide Probeflächen zusammengefaßt.

Als Ursachen für die Unterschiede läßt sich anführen:

1. Der Bestand der Probefläche Büchsenalm ist wesentlich älter; die Hauptbaumschicht erreicht nahezu die doppelte Höhe. Dem Waldboden stand somit ein entscheidend längerer Zeitraum zur Regeneration seiner Humusvorräte seit der letzten Holzentnahme (vermutlich Kahlschlag!) zur Verfügung.

2. Der flache Südhang der Gotzentalm konnte nach Kahlschlag vom Vieh sehr bequem beweidet werden. Dagegen bietet der mit 36 Grad extrem steile Nordhang der Büchsenalm wesentlich ungünstigere Beweidungsmöglichkeiten. Außerdem ist er schwerer zugänglich. Zu berücksichtigen ist ferner, daß im Gebiet der Büchsenalm außerhalb unserer Probefläche große Lichtweideareale mit geringerer Neigung zur Verfügung stehen, während die sehr kleine Lichtweide der Gotzentalm das Vieh gewissermaßen zur Beweidung benachbarter, flachgeneigter Hiebflächen zwingt.

Übersicht 4: Vergleich der Tiefenfunktion der C-Vorräte von Probefläche Büchsenalm
(in Klammern die entsprechenden Prozentwerte bezogen auf kg/qm/50 cm Bodentiefe mit Auflage)

	kg C/m ² /Auflage		kg C/m ² /0–10 cm Bodentiefe		kg C/m ² /10–30 cm Bodentiefe		kg C/m ² /30–50 cm Bodentiefe	
Wald	1,6	(12,4 %)	4,8	(30 %)	5,6	(39,6 %)	2,5	(18 %)
Lichtalm	0,10	(0,8 %)	3,8	(38 %)	3,9	(39,9 %)	2,0	(20 %)
Differenz	– 94 %	(– 94 %)	– 21 %	(+ 28 %)	– 30 %	(+ 1 %)	– 20 %	(+ 13,3 %)
Signifikanz	n. b.	n. b.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Übersicht 5: Gegenüberstellung der wichtigsten Kennzeichen der Probeflächen Gotzentalm und Büchsenalm

	Gotzentalm	Büchsenalm
Bodentyp	Lehmrendzina	(Pararendzina) – Lehmrendzina
Ausgangssubstrat	Jungmoräne, sehr skelettreich	wie Gotzentalm, dazu Liaslehm eingemischt
Neigung	18°	36°
Exposition	SW	NO
Vegetation der Almlichte	Buphthalmum-Calamagrostis varia-Flur	montane Saumgesellschaft
Waldbestand	Fichtenbaum- und Stangenholz	Fichtenbaumholz
Lichtweide pro Rind	0,27 ha	0,42 ha
Waldweide pro Rind	2,0 ha	0,71 ha
Beweidungsintensität	mittel	kaum
Kohlenstoffvorrat auf der Almlichte/50 cm	8,6 kg/m ²	10,4 kg/m ²
Kohlenstoffvorrat unter Wald/50 cm	10,5 kg/m ²	15,6 kg/m ²
Differenz	– 18 %	– 33 %
Signifikanz	n. s.	**
Stickstoffvorrat bis 30 cm Tiefe ohne Auflage auf der Almfläche	0,74 kg/m ²	0,63 kg/m ²
Stickstoffvorrat bis 30 cm Tiefe ohne Auflage unter Wald	0,51 kg/m ²	0,69 kg/m ²
Unterschiede im Stickstoffvorrat bis 30 cm Tiefe ohne Auflage	+ 45 %	– 9 %
Signifikanz	*	n. s.
Unterschiede im Porenvolumen	– 8 %	– 5 %
Signifikanz	**	n. s.

5.1.1.4 Probefläche Wasserfallalm

Topographische Karte: 8444
R-Wert: 76 360, H-Wert: 72 060

Die Probefläche gehört zum Gebiet der Wasserfallalm: sie weist mit 83 Weidetagen im Jahr die längste Beweidungsdauer aller Niederalmen des engeren Arbeitsgebietes auf. Als Quelle für die folgende Aufstellung zur Almwirtschaft und Almwirtschaftsgeschichte ist wieder Ranke (1929) und das Amt für Landwirtschaft Laufen anzuführen:

Wasserfallalm: Berechtigungsalm ohne Schwandrecht
Niederleger
83 Weidetage pro Jahr

Größe: Lichte: 29,30 ha = 0,54 ha pro Rind (Jahre 1928-1976)

Waldweide: 46,95 ha = 0,86 ha pro Rind (Jahre 1928-1976)

Auftrieb:	Berechtigung	1928	1953	1976
Rinder	72	56	46	61
Schafe	3	—	5	—
Ziegen	5	—	—	—

Die Böden bildeten sich aus Bergsturz-, Mur- und Lawinenmaterial, das überwiegend aus Dachsteinkalk besteht. Es handelt sich um schwach verlehmt Rendzinen. Deutlich unterscheiden sich ihre Feinerdemengen in Abhängigkeit von der Nutzung. Der A_h -Horizont der Almfläche ist mit 0,45 kg/qm 41 % feinerreicher als derjenige des Waldes (**). Im B_1 und B_2 -Horizont gibt es keine sicheren Unterschiede mehr. Bevor wir versuchen, diese Ergebnisse zu klären, sind im folgenden noch einige Angaben notwendig:

Im Wald liegt heute ein reines Fichtenbaumholz (Tab. 47) vor, das jedoch nur eine Gesamtdeckung von etwa 70 % erreicht. Als typische Buchenwaldpflanzen weisen einige Vertreter in der Krautflora darauf hin, daß von Natur aus hier ein beträchtlicher Laubholzanteil zu erwarten wäre. Wärmezeiger fehlen infolge der NW-Exposition.

Auf der Alm breitet sich ein *Prunello-Poetum alpinae* aus (Tab. 41); es fehlt ihm jegliche Auflage, die Narbe ist nur zu 90 % geschlossen. Dies deutet auf intensive Beweidung hin (Kategorie 4), was auch nicht verwundert, wenn man bedenkt, daß der Almbereich dieser Probefläche mit »nur« 22 Grad Neigung zu den flachsten Partien der Wasserfallalm gehört.

Trotz des relativ skelettreichen Oberbodens unterscheiden sich die Porenvolumina von Alm- und Waldboden hochsignifikant (Porenvolumen Wald = 63 %; Porenvolumen Lichtalm = 54 %). Das ist ein klarer Hinweis auf die intensive Beweidung der Almfläche. Auf keiner anderen Probefläche des engeren Arbeitsgebietes konnten entsprechend große Differenzen zwischen beweideter und bewaldeter Fläche nachgewiesen werden.

Die geringen Feinerdegehalte im Wald lassen sich wie folgt erklären:

1. Wie schon erwähnt, führen mehrere Kahlschläge zu beachtlichen Feinerdeverlusten.
2. Intensive Beweidung verdichtet die Oberböden (vgl. Porenvolumen!), weshalb auf der Alm eine größere Feinerdemenge pro Volumeneinheit gemessen wird.
3. Es läßt sich auf der Probefläche Wasserfallalm nicht ausschließen, daß die Waldvergleichsfläche das von vornherein feinerdeärmere Ausgangssubstrat aufweist. Die Fläche liegt am Rande einer schwach kegelförmigen Aufschüttung (Sturz- und Murkegel); ihre Waldprofile sind der Kegelmittle näher. Um die Feinerdeunterschiede auf diese Weise zu erklären, müßte ein Feinerdegradient von der Kegelmittle zum Rand hin postuliert werden; es ist jedoch zumindest für Sturzkegel nach Geländeerfahrungen undenkbar, daß das Feinmaterial vom Zentrum zum Rand hin zunimmt, bei einem Murkegel scheint dies jedoch eher möglich zu sein. Der eventuell schon primär höhere Skelettgehalt unter Wald erfuhr jedoch durch die beiden unter 1. und 2. auf geführten Prozesse mit Sicherheit eine erhebliche Verstärkung.

Geht man von den realen Feinerdemengen aus, so ist es nicht verwunderlich, daß kein Unterschied in den Kohlenstoffvorräten besteht. Mit 11,8 kg/qm/50 cm auf der Almlichte und 12,0 kg/qm/50 cm im Wald fallen die beiden Mittelwerte fast zusammen.

Was die Stickstoffvorräte pro qm/50 cm Bodentiefe betrifft, so sind sie auf den Almflächen mit 1,03 kg deutlich höher als im Wald. Die Unterschiede lassen sich aber gerade nicht mehr sichern. Der N-Vorrat bis 10 cm Tiefe auf der Alm ist jedoch um 55 % sehr signifikant höher (Wald 0,31, Alm 0,48 kg/qm), bis 30 cm Tiefe lassen sich bei Berücksichtigung der Auflage noch 28 % signifikant absichern (Wald 0,69, Alm 0,88 kg/qm). Ohne die Auflage ergibt sich bis 30 cm Tiefe ein sehr signifikanter Unterschied von 38 % (Wald 0,64 kg/qm/30 cm ohne Auflage, Alm 0,88 kg/qm/30 cm ohne Auflage).

Versucht man den Einfluß der unterschiedlichen Feinerdemengen auf die C-Vorräte unserer Alm- und Waldflächen auszuschalten durch Berechnung der mittleren Feinerdegewichte des »Idealprofils« (vgl. Abschn. 4.3), so sind die Waldstandorte mit 14,4 kg C/qm/50 cm signifikant humusreicher als die Almböden (10,1 kg C/qm/50 cm). Übersicht 6 enthält nochmals die wichtigsten Ergebnisse.

Übersicht 6: Porenvolumen, C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Wasserfallalm

	Porenvolumen im A_h %	kg C/m ² /50 cm mit Auflage		kg N/m ²			
			Ideal- profil	mit Auflage		ohne Auflage	
				30 cm	50 cm	30 cm	50 cm
Wald	63	12,0	14,4	0,69	0,85	0,64	0,80
Lichtalm	54	11,8	10,1	0,88	1,03	0,88	1,03
Differenz	- 15 %	- 2 %	- 30 %	+ 28 %	+ 21 %	+ 38 %	+ 29 %
Signifikanz	***	n. s.	*	*	n. s.	**	n. s.

**5.1.2 Zusammenfassende Betrachtung
der Probeflächen auf flachgründigen Böden**

Wichtige Ergebnisse der besprochenen Probeflächen
sind nachfolgend gegenübergestellt:

	Königsbach	Gotzental	Büchsenalm	Wasserfallalm	
Exposition	SW	WSW	NO	NW	
Höhenlage	1.210 m	1.180 m	1.150 m	1.220 m	
Neigung	23°	18°	36°	22°	
Beweidung	mäßig	mittel	kaum	intensiv	
kg C/m ² /50 cm + Auflage					Ideal- profil
Wald	11,2	10,5	15,6	12,0	14,4
Alm	9,1	8,6	10,4	11,8	10,1
Differenz in %	- 19	- 18	- 33	- 2	- 30
Signifikanz	*	n. s.	**	n. s.	*
kg N/m ² /30 cm - Auflage					
Wald	0,67	0,51	0,78	0,85	
Lichtalm	0,73	0,74	0,69	1,03	
Differenz in %	+ 9	+ 45	- 12	+ 21	
Signifikanz	n. s.	*	n. s.	**	



Abb. 8: Der südexponierte Hang des Sonnwendjochs mit deutlichen Spuren des Bodenabtrags durch gleitenden Schnee. Diese Prozesse sind insofern witterungsbedingt, als Warmlufteinbrüche den schweren Schnee zum Gleiten bringen, wobei die Böden abgeschält werden. Sommerliche Starkregen führen anschließend zu Feinerdeabspülung bis hin zu Murgängen. Warme, milde Winter mit häufigen Warmlufteinbrüchen und regenreiche Sommer begünstigen somit den Bodenabtrag. Bekanntlich fördert diese Witterungskonstellation auch das Gletscherwachstum. Nacheiszeitlich hat es mehrere Perioden mit kräftigen Gletschervorstößen gegeben und ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß diese Phasen einhergehen mit kräftigem Bodenabtrag, besonders an N- bis SE-exponierten Hängen. (Foto: Zech)

Überblickt man die bisherigen Ausführungen, so gilt:

1. Die **Lichtalmflächen weisen Humusverluste zwischen 18 und 33 %** auf. Eine Ausnahme bildet die Wasserfallalm, wo substratbedingte Inhomogenitäten nicht auszuschließen sind. Auf der Basis einheitlicher Feinerdegewichte (= Idealprofil) errechnen sich Humusverluste in der gleichen Größenordnung. **Der Humusschwund der Almböden ist rein rechnerisch um so geringer, je intensiver die Waldstandorte einer Probefläche während ihrer Freistellung beweidet werden konnten**, also dem Vieh zugänglich waren. **Umgekehrt errechnet sich ein um so höherer Humusschwund, je mehr Zeit dem Waldboden zur Regeneration seit dem letzten Kahlschlag verblieb.**
2. Die Böden der **Lichtalmen** haben 10 bis 45 % mehr Stickstoff/qm und 30 cm Bodentiefe. Die **N-Gewinne** der oberen 10 cm unserer Profile können bis auf 85 % ansteigen. Dagegen verwischen sich die N-Gewinne der Almböden, wenn man die Vorräte pro qm für 50 cm Bodentiefe berechnet. Eine Ausnahme bildet die Probefläche Büchsenalm; ihre Weideböden sind im Mittel und statistisch nicht gesichert N-ärmer als die entsprechenden Waldstandorte. Wir vermuten, daß dies mit der geringen Beweidungsintensität zusammenhängt, denn als N-Quelle kommen in erster Linie die Exkrememente der Weidetiere in Frage.

Im folgenden interessierte uns noch die Frage, ob und wie sich die Bodeneigenschaften sämtlicher bis jetzt besprochener Almvergleichsflächen von den entsprechenden Waldvergleichsflächen unterscheiden. Die Voraussetzungen für eine entsprechende Varianzanalyse sind insofern gegeben, als alle 40 Profile, welche diesem Rechengang zugrunde liegen, dem gleichen Substrat zuzuordnen sind. Allerdings variieren drei wichtige Größen:

1. Die Intensität der forstlichen Bewirtschaftung,
2. die Beweidungsintensität und
3. die Exposition.

Wichtige Ergebnisse zeigt folgende Übersicht 7.

Es ergibt sich:

1. Die Almböden sind stets signifikant dichter als die Waldstandorte. Wegen des Skelettreichtums sinkt trotz Beweidung das Porenvolumen auf den Almböden nicht unter 54 %. Auf tonigen Substraten bestimmten wir dagegen ein Porenvolumen von nur 43 % (vgl. Abschn. 5.3). Aus diesem Grund nimmt das Litergewicht das Ah-Horizontes durch den Viehtritt auf skelettreichen, flachgründigen Böden nur um 7 % (nicht signifikant) zu.

- Im Mittel beträgt der Humusschwund auf den Lichtalmflächen 18 - 22 %. Diese Unterschiede sind stets signifikant.
- Beweidung führt immer zu N-Gewinn, besonders der oberen Bodenhorizonte. Ohne Berücksichtigung der organischen Auflagen betragen die N-Einnahmen 32, 19 und 14 %, je nach Bodentiefe. Es leuchtet ein, daß diese Effekte geringer sind, wenn die zum Teil mächtige und N-reiche organische Auflage der Waldstandorte mit in die Berechnung eingeht.

- Hervorzuheben ist, daß im Wald - genauer im derzeit vorliegenden Fichtenforst - ein Großteil des Humusvorrates in extrem gefährdeter Position, nämlich in der organischen Auflage, vorliegt. Jeder Eingriff in den Bestand, sei es durch Windwurf, Lawinen oder durch Kahlhiebe, wird die Auflage in erster Linie und besonders stark in Mitleidenschaft ziehen.

Übersicht 7: Ökologisch relevante Parameter flachgründiger, skelettreicher Gebirgsböden der montanen Stufe im Hagengebirge

Bodennutzung	Porenvol. des A _n	Litergew. des A _n	kg C/m ² /in der org. Auflage	kg C/m ² + Auflage			kg N/m ²					
				10 cm	30 cm	50 cm	+ Auf- lage 10 cm	ohne Auf- l.	+ Auf- lage 30 cm	ohne Auf- l.	+ Auf- lage 50 cm	ohne Auf- l.
Wald	57	0,420	1,28	5,5	10,1	11,9	0,320	0,28	0,670	0,62	0,98	0,7
Lichtalm	54	0,450	0,11	4,5	8,5	9,7	0,570	0,57	0,750	0,75	0,89	0,8
Differenz	- 9 %	+ 7 %	- 91 %	- 22 %	- 18 %	- 18 %	+ 16 %	+ 32 %	+ 12 %	+ 19 %	- 9 %	+ 14 %
Signifikanz	***	n. s.	***	**	*	*	n. s.	**	n. s.	*	n. s.	n. s.

5.1.3 Tiefgründige, skelettarme, lehmige Böden (oligotrophe Braunerden)

Probefläche Vogelhüttenalm

Topographische Karte: 8444
R-Wert: 76 478, H-Wert: 72 300

Die Vogelhüttenalm ist ein Niederleger mit langer Beweidungsdauer; wirtschaftliche und geschichtliche Entwicklung sind in folgender Aufstellung zusammengefaßt (nach Ranke 1929 und Amt für Landwirtschaft, Laufen):

Vogelhüttenalm: Berechtigungsalm ohne Schwandrecht
Niederleger
82 Weidetage pro Jahr

Größe: Lichte: 24,12 ha = 0,51 ha pro Rind
(Jahre 1928-1976)

Waldweide: 54,82 ha = 1,1 ha pro Rind
(Jahre 1928-1976)

Auftrieb:	Berechtigung	1928	1953	1976
Rinder	59	45	50	47
Schafe	2	1	-	-
Ziegen	2	-	-	-

Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist eine mindestens 1 m mächtige Solifluktuionsdecke; sie besteht überwiegend aus tonigem Lehm der Liasverwitterung, mit

einzelnen größeren oder kleineren Blöcken aus Dachsteinkalk. Die Böden lassen sich als braunerdeähnliche Kolluvien mit oligotropher Dynamik ansprechen. Normalerweise sind derartig tiefgründige Substrate gerodet, also waldfrei. Probefläche Vogelhüttenalm mit tiefgründiger Alm- und Waldvergleichsfläche stellt somit eine Ausnahme und Besonderheit dar.

Den Wald bildet ein Fichtenbaum- und Stangenholz (vgl. Tab. 60 im Anhang). Im Almbereich trifft man auf ein Polygalo-Nardetum in Beweidungsausbildung, das für dieses Substrat typisch ist (vgl. Tab. 54 im Anhang). Die Böden sind, wie schon betont, tiefgründig, ihre Feinerde ist zum Teil schwach carbonathaltig.

Mit 27 Grad Neigung zählt der NW-Hang, auf dem die Vergleichsflächen liegen, zu den steileren Bereichen im Areal der Vogelhüttenalm. Daher ist die Beweidungsdensität nur mäßig (vgl. auch die Vegetationsaufnahme!). Sie drückt sich aber trotzdem in einer deutlichen Verdichtung des Oberbodens aus. Ein im Vergleich zum Wald um über 15 % geringeres Probevolumen (***), dafür aber um 38 % mehr Feinerde im Oberboden der Almlichte (**) bestätigen dies. Die Feinerdemengen der Unterböden unterscheiden sich dagegen nicht.

Das geringere Porenvolumen und den höheren Feinerdeanteil der Almoberböden führen wir auf Viehtritt zurück, dessen Wirkung in lehmigem Substrat bedeutend stärker ist als auf steinreichen Rendzinen.

Trotz der höheren Feinerdevorräte ergibt sich für den Almboden mit 7,4 kg C/qm/50 cm Tiefe gegenüber 10,4 kg C unter Wald ein 29 % (*) niedrigeres Humuskapital. Geht man von gleichen Feinerdemengen aus und hebt damit den Verdichtungseffekt auf (vgl. Abschnitt 4.3, Idealprofil!), kann man sogar eine Differenz von 3,3 kg C/qm/50 cm (= 32 % Unterschied) statistisch sichern.

Außerdem lassen sich auf dieser Probefläche deutliche Unterschiede im Humusvorrat der tieferen Profilschnitte nachweisen: zwischen 30 und 50 cm Tiefe enthält der Waldboden nämlich mit 2,1 kg/qm um fast 50 % (*) mehr Kohlenstoff als die Lichtalmböden 1,1 kg/qm).

Die Humusreserven des Waldbodens auf tiefgründig-lehmigem Substrat liegen also nicht nur in der organischen Auflage, sondern auch im Unterboden. Das ist eine Folge der besseren Einarbeitung unter

Wald. Möglicherweise spielt auch die unterschiedliche Wurzelbiomassenproduktion eine Rolle. Dieses Ergebnis halten wir für sehr wichtig, denn angesichts der potentiellen Erosionsgefahr im Gebirge bietet ein hohes Humuskapital in tieferen Bodenschichten zweifellos die besseren Ausgangsbedingungen für das Aufkommen einer neuen, schützenden Vegetationsdecke nach Blaikenaufbildung.

In Übersicht 8 und 9 sind die wichtigsten Resultate nochmals zusammengefasst.

Die Stickstoffvorräte unterschieden sich statistisch nicht. Bis 50 cm Bodentiefe analysierten wir 0,77 kg/qm auf den Almböden bzw. 0,75 kg/qm unter Wald. Allerdings sind die Almoberböden bis 30 cm (10 cm) Tiefe um 15 % (45 %) N-reicher.

Übersicht 8: Porenvolumen, C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Vogelhüttenalm

	Porenvolumen im A _h %	kg C/cm ² /50 cm		kg N/m ² /50 cm	
		mit Auflage	»Idealprofil«	mit Auflage	ohne Auflage
Wald	65	10,4	10,5	0,77	0,74
Lichtalm	54	7,4	7,0	0,75	0,74
Differenz	- 15 %	- 29 %	- 32 %	- 3 %	0
Signifikanz	***	*	*	n. s.	n. s.

Übersicht 9: Vergleich der Tiefenfunktionen der C-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Vogelhüttenalm. In Klammern angegeben die prozentualen C-Mengen bezogen auf den C-Vorrat/qm/50 cm Bodentiefe mit Auflage

	kg C/m ² /Auflage	kg C/m ² /0–10 cm	kg C/m ² /10–30 cm	kg C/m ² /30–50 cm
Wald	0,9 (8,9 %)	5,0 (45,8 %)	2,7 (25,8 %)	2,1 (19,4 %)
Lichtalm	0,2 (2,8 %)	4,5 (60,7 %)	1,6 (21,4 %)	1,1 (15,1 %)
Differenz	- 78 % (- 68,5 %)	- 10 % (+ 32,5 %)	- 41 % (- 17,1 %)	- 48 % (- 22,2 %)
Signifikanz	n. b. (***)	n. s. (***)	* (**)	* (n. s.)

5.2 Ausblick auf die subalpine Stufe

Die bisherigen Ausführungen über Humus- und Humuschwund betrafen Böden der montanen Stufe. Sie haben in Grundzügen auch in der subalpinen Stufe Gültigkeit. Jedoch zeichnen sich einige Besonderheiten ab. So ändern sich z. B. die klimatischen Verhältnisse. Das Klima wird humider, weil mit zunehmender Meereshöhe die Durchschnittstemperatur sinkt, die Niederschläge dagegen ansteigen. Die folgenden Daten mögen dies veranschaulichen:

Klimadaten für die subalpine Stufe der Berchtesgadener Alpen (nach Endres, 1979).

Jahresniederschlag:	1800 - 2200 mm
Durchschnittstemperatur Jahr:	4 Grad Celsius
Durchschnittstemperatur Januar:	-4 Grad Celsius
Durchschnittstemperatur Juli:	11 - 12 Grad C
Zahl der Tage mit Durchschnittstemperatur über 10 Grad C:	70 - 75

Die Fichte herrscht nun von Natur aus vor; der hohe Lärchenanteil dieser subalpinen Fichtenwälder ist in Almnähe oft auf anthropogene Einflußnahme zurückzuführen (H. Mayer, 1959, Köstler & Mayer, 1974).

Der Einfluß der Almwirtschaft auf die Böden der subalpinen Stufe ist mindestens so intensiv wie im montanen Bereich. Möglicherweise sogar noch intensiver, weil die Almen nun Hochleger darstellen, welche in der Regel länger beweidet werden, während die montanen Mittelleger oft nur als Durchgangsstationen im Frühsommer und Herbst dienen. Gerade an der Kontaktzone von subalpinem Fichtenwald zu alpinen »Urwiesen« wurden die größten Areale sehr frühzeitig gerodet; die sich ergebende Depression der Waldgrenze im Berchtesgadener Land ist bei Köstler & Mayer (1970) dargestellt.

Aufgrund der Höhenlage und der damit verbundenen schwierigeren Bringung ist anzunehmen, daß die Zahl der Kahlschläge in der subalpinen Stufe allgemein geringer anzusetzen ist als in der montanen. Dies braucht freilich im Einzelfall nicht zu gelten, doch sind mit Sicherheit die Umtriebszeiten länger.

Da sich im engeren Arbeitsgebiet keine Probeflächen in der subalpinen Zone befinden, wird im folgenden Zahlenmaterial von vergleichbaren Untersuchungen im Lattengebirge, am Hochkalter und Geigelstein herangezogen. Die Daten (Gelände, Labor, Statistik) wurden von B. Meier (1979), Neuerburg (1977) und Röhle (1977) übernommen und ergänzt.

5.2.1 Probefläche Moosenalm 2

Topographische Karte: 8343
R-Wert: 45 649, H-Wert: 52 801

Die Moosenalm liegt im Südteil des Lattengebirges auf 1 400 m Höhe. Nach Ranke (1929) kann man sie wie folgt charakterisieren:

Moosenalm: Berechtigungsalm mit Schwandrecht
Hochleger
55 Weidetage pro Jahr

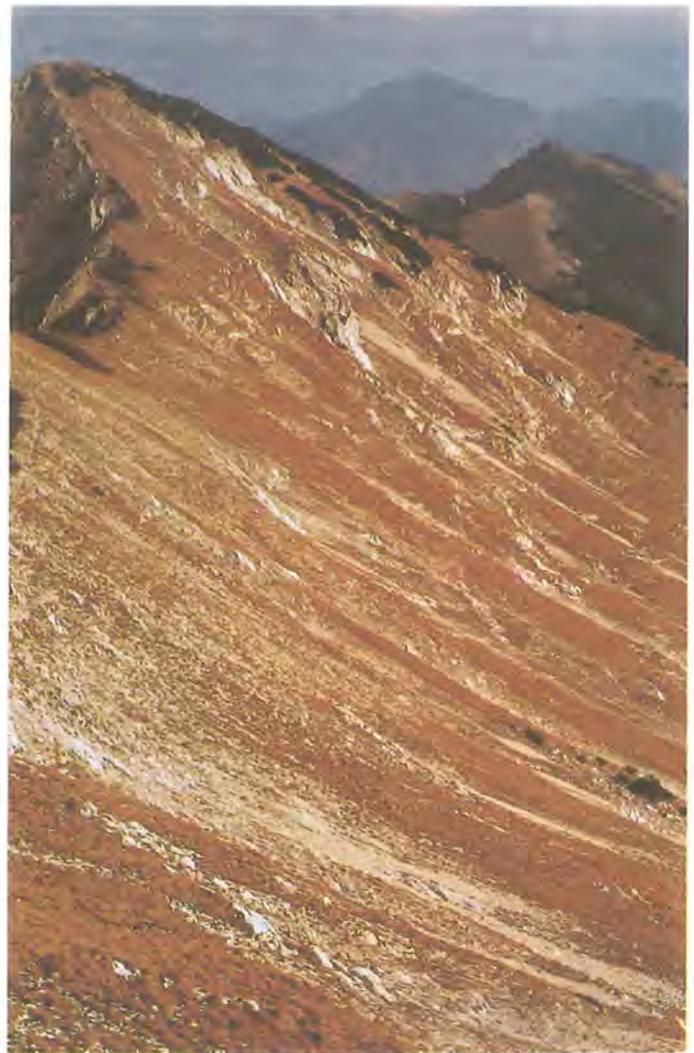


Abb. 9: Extremer Humusschwundhang am Hinteren Sonnwendjoch, westlich Kufstein. Die Gipfelpartie baut sich aus Plattenkalk auf. Reste der ursprünglichen Latschenbestockung erkennt man im Bildhintergrund. Nach Rodung setzte zunächst kräftiger Humusschwund ein. Er allein ist aber nicht der Grund für die im Bild erkennbare Bodenzerstörung. Vielmehr ist der abgebildete Zustand das Ergebnis von Humusschwund und Bodenabtrag durch Schneeschurf und Wasser sowie dem Versuch der Vegetation, während der Sommermonate auf den verbleibenden Substraten wieder Fuß zu fassen (Foto: Zech).

Größe: Lichtweide: 24,3 ha
Waldweide: 189,0 ha

Auftrieb:	Berechtigung	1928	1976
Rinder	108	59	40
Schafe	16	—	—
Ziegen	—	—	—

Die Probefläche ist südexponiert und mit 11 Grad flach geneigt. Das Muttergestein sind Gosaukalke - anstehend und als Blockschutt; zum Teil überdeckt oder durchsetzt von einer geringmächtigen Schicht aus Gosauergel. Bodentypologisch kann man von Terra-fusca-Pelosolen sprechen, stellenweise in kolluvialer Ausprägung.

Der Wald ist als Fichtenaltholz zu beschreiben, während auf der Almvergleichsfläche eine an die Buntreitgrasflur erinnernde Grasgesellschaft vorkommt.

Neuerburg (1977) schätzte den an der Bodenoberfläche sichtbaren Skelettanteil unter Wald auf nur die Hälfte gegenüber der Almvergleichsfläche. Dies weist, wie bei der

Probefläche »Königsbach« in der montanen Stufe, auf starke Erosion im Bereich der Lichtweide hin; denn auch hier gilt, daß man mit Sicherheit nicht ein primär skelettärmeres Gebiet bei der Rodung dem Wald überließ und dafür ein skelettreicheres zur Weide machte. Was

die Kohlenstoffvorräte (Tab. 66) anbelangt, ergeben sich für Wald im Mittel 15,1 kg/qm/50 cm Bodentiefe, für die Almlichte dagegen nur 10,4 kg/qm/50 cm. Dieser Unterschied von - 31 % ist signifikant.

Übersicht 10: C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Moosenalm 2

	kg C/m ² /50 cm mit Auflage	kg N/m ² /10 cm		kg N/m ² /50 cm	
		mit Auf- lage	ohne Auf- lage	mit Auf- lage	ohne Auf- lage
Wald	15,1	0,24	0,21	0,87	0,85
Lichtalm	10,4	0,35	0,35	0,93	0,98
Differenz	- 31	+ 46	+ 67	+ 7	+ 9
Signifikanz	*	*	*	n. s.	n. s.

Bei den Stickstoffvorräten (Tab. 66) zeigt sich ein signifikanter Unterschied von 67 % im Bereich der obersten 10 cm des Mineralbodens. Im Wald liegen die Werte bei 0,21 kg/qm, auf der Lichtweide bei 0,35 kg/qm. In anderen Profilausschnitten und im Gesamtkapital (0,93 [Alm] bzw. 0,87 [Wald] kg/qm/50 cm Bodentiefe) lassen sich keine Unterschiede nachweisen. In Übersicht 10 sind die wichtigsten Ergebnisse dieser Probefläche nochmals zusammengefaßt.

Die Kallbrunnalmen finden sich am Kühkranz, einem südlichen Ausläufer des Hochkalter-Hocheis-Massivs. Es handelt sich um Hochleger.

Das Untersuchungsgebiet liegt in 1 450 m Höhe, ist 25 Grad geneigt und südexponiert. Ausgangsmaterial der Böden sind Wechsellagerungen von Liaskalken mit Lias-Fleckenmergeln. Daraus entstanden Übergänge zwischen Pelosol und Kalksteinbraunlehm.

5.2.2 Probefläche Kallbrunnalm (vgl. Röhle, 1977)

Topographische Karte: 8442
R-Wert: 61 400, H-Wert: 64 400

Den Wald bildet ein alter Fichtenhochlagenbestand, während auf der Lichtweide eine Buntreitgrasgesellschaft anzutreffen ist mit stärkerem Borstgrasanteil. Die Almvergleichsfläche scheint mäßig beweidet. Im Stickstoffkapital lassen sich keine Unterschiede zwischen Wald- und Almfläche statistisch absichern, unabhängig davon, welche Profilausschnitte man vergleicht (Tab. 67 und Übersicht 11).

Übersicht 11: C- und N-Vorräte von Wald- und Lichtalmstandorten der Probefläche Kallbrunnalm

	kg C/m ² /50 cm mit Auflage	kg N/m ² /50 cm mit Auflage
Wald	9,0	0,66
Lichtalm	5,6	0,61
Differenz	- 38 %	- 7 %
Signifikanz	***	n. s.

Das gilt nicht für die Humusmengen. Der Waldboden speichert nämlich im Durchschnitt 9,0 kg Kohlenstoff pro qm und 50 cm Tiefe, im Bereich der Almlichte analysierten wir nur 5,6 kg/qm. Die Differenz von 38 % ist hochsignifikant.

5.2.3. Probefläche Roßalpe (vgl. B. Meier, 1979)

Topographische Karte: 8240
R-Wert: 52 8616, H-Wert: 45 2517

Die Verhältnisse in den höchsten Lagen der subalpinen Stufe sollen exemplarisch anhand der Probefläche Roßalpe im Geigelsteingebiet dargelegt werden. Sie liegt in 1 730 m Meereshöhe, ist NNO-exponiert und mit 13 Grad schwach geneigt. Inmitten eines Calluna-reichen Nardetum alpigneum findet sich inselartig dichter Latschenbusch mit vereinzelt Krüppelfichten.

Seit dem Neolithikum ist hier mit almwirtschaftlicher Nutzung zu rechnen. Die zugehörige tiefer gelegene Haidenholzalm, von der aus die Bestoßung der Probefläche erfolgte, wurde aufgelassen. Aufgrund der großen Ent-

fernung war diese Probefläche vermutlich niemals intensiv beweidet.

Das geologische Substrat bilden Liaskieselkalke, aus denen sich Braunerden und Podsole, oft mehrschichtig, gebildet haben.

Die Böden der Lichtfläche und diejenigen unter Latschenbusch weisen keine Unterschiede im Porenvolumen, im pH und in den Feinerdemengen auf. Unter der Latschendickung läßt sich aber ein um 31 % höheres Stickstoffkapital nachweisen (Lichtweide 0,56 kg N/qm, Latschengebüsch 0,74 kg N/qm). Nach den bisherigen Erfahrungen kann daraus auf sehr extensive Beweidung geschlossen werden; seit 12 Jahren steht überhaupt kein Vieh mehr auf dieser Hochfläche: Ob Gemsen diese Latschenstandorte bevorzugen und damit das höhere Stickstoffkapital bedingen, müßte überprüft werden.

An Kohlenstoffvorräten findet man in den Böden auf der Lichte 6,8 kg/qm, unter Latsche nur 8,1 kg/qm; die Unterschiede sind nicht signifikant (vgl. Übersicht 12):

Übersicht 12: C- und N-Vorräte von Latschen- und Almstandorten der Probefläche Roßalpe, Geigelstein

	kg C/m ² /50 cm mit Auflage	kg N/m ² /50 cm mit Auflage
Latschenbusch	8,1	0,74
Lichtalm	6,8	0,56
Differenz	- 16 %	- 24 %
Signifikanz	n. s.	*

Die geringen C-Vorräte von 8,1 kg/qm/50 cm unter Latsche auf der Probefläche Roßalpe verdeutlichen, wie langsam die Humusregeneration auf ehemals intensiv genutzten Almweiden vor sich geht. Das ergibt sich, wenn man mit Befunden von H. Zöttl (1965) vergleicht, der auf naturnahen Standorten unter subalpinem Latschenbusch im Wetterstein zwischen 30 und 90 kg C/qm/Solum fand. Auch R. Bochter (unveröffentlicht) berechnete für Latschenstandorte in den Berchtesgadener Alpen zwischen 40 - 50 kg C/qm/Solum. In derselben Größenordnung liegen die C-Mengen auf »alten Braunerden« im Pasterzenvorfeld der Glocknergruppe (nach Burger und Franz, 1969).

Nimmt man einen Minimalwert von nur 30 kg C/qm/Solum für ungestörte Latschenstandorte an, folgt, daß unter subalpinen Bedingungen ein Humusschwund von ca. 80 % (und mehr) möglich ist. Das Aufkommen von Pinus mugo auf der Weidefläche der Roßalpe mindert diese enormen Humusverluste bis jetzt nur geringfügig.

5.3. Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse im Lattengebirge

Der Schwerpunkt unserer bisherigen Ausführungen lag im Hagengebirge (5 Probeflächen). Lattengebirge, Hochkalter und Geigelstein sind bisher nur durch je 1 Probefläche vertreten. Detailliert wurden die Unterschiede forst- und weidewirtschaftlich genutzter Standorte diskutiert (Vergleichsfläche Wald - Lichtalm). Als Ergänzung dazu sollen nun zusammenfassend alle Ergebnisse unserer Studien im Lattengebirge dargestellt werden. Weitere Erhebungen am Hochkalter und Geigelstein werden im Rahmen der multivariaten Auswertung diskutiert (in Vorbereitung).

Tabelle 69 informiert über die Probeflächen. Sie liegen in 925 bis 1 400 m Höhe. Bodenkundlich gesehen handelt es sich sowohl um flachgründige, skelettreiche Standorte mit der Horizontfolge A_h-C (Rendzinen), als auch um tiefgründigere lehmig-tonige Substrate mit A_h-B_v-C-Horizontierung (Pelosol - Kalksteinbraunlehme; häufig mit Pseudogleymerkmalen bei Weidenutzung!).

Die höchsten Humusvorräte - nämlich 15,1 bzw. 14,5 kg C/qm/50 cm - analysierten wir unter Wald auf den Probeflächen Moosenalm 1 und 2; am wenigsten organische Substanz (6,1 kg C/qm/50 cm) weist das flachgründige und teilweise aufgelichtete Fichtenalholz an der Liftrasse Predigtstuhl auf. Die waldfreien Vergleichsflächen sind stets humusärmer. **Vergleicht man Wald- mit Lichtalmflächen, so beträgt der Humusschwund 17 bis 30 %; ohne Berücksichtigung der organischen Auflagen 12 - 28 %.** Es besteht somit eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus dem Hagengebirge.

Interessant ist Probefläche **Anthauptenalm 1**, wo wir 3 Vergleichsflächen (Fichte 120 Jahre, Kahlschlag, Lichtalm) ausscheiden konnten. Man erkennt, daß Kahlschlag zu beachtlichen Humus- und Stickstoffverlusten führt. Sie betragen:

- 43 % für Humus (Vergleich Wald/Kahlschlag),
- 40 % für Stickstoff (Vergleich Wald/Kahlschlag).

Die Überführung einer Kahlschlagfläche in eine Lichtalm und langjährige Beweidung geht einher mit einer signifikanten Regeneration der Humus- und Stickstoffvorräte in Höhe

- + 30 % (**) für Humus (Vergleich Kahlschlag/Lichtalm), und
- + 52 % (***) für Stickstoff (Vergleich Kahlschlag/Lichtalm).

Der enorme Stickstoffgewinn rührt von den Exkrementen der Weidetiere her; der Humusgewinn dürfte eine Folge der hohen Biomassenproduktion der Weidepflanzen sein.

Als Übersicht läßt sich dieses Ergebnis folgendermaßen darstellen:

	Wald mit org. Auflage	Kahlschlag	Lichtalm
Humusvorrat in kg C/m ² /50 cm	13,6 100 %	7,8 57 %	10,2 75 %
			**
Stickstoffvorrat in kg/m ² /50 cm	1,141 100 %	0,685 60 %	1,046 91 %

Allerdings ist dieses Resultat mit einer gewissen statistischen Unsicherheit behaftet, da für Vergleichsfläche Wald nur 1 Bodeneinschlag zur Verfügung stand.

Wenn unsere Überlegung richtig ist, daß der Stickstoffgewinn von beweideten Lichtalmflächen eine Folge der Düngung durch Weidetiere ist, dann müssen gezäunte Mähwiesen und sonstige waldfreie, nicht beweidete Areale Stickstoffdefizite im Vergleich zu den entsprechenden Waldstandorten aufweisen. Das ist tatsächlich der Fall, denn die Mähwiese der Probefläche Gröllberg 1 hat mit 0,569 kg N/qm/50 c hochsignifikant weniger Stickstoff als die Waldvergleichsfläche (0,625 kg N/qm/50 cm). Auch der Humusverlust der Mähwiese ist mit 34 % hoch gesichert.

Auf der nicht beweideten Liftrasse des Predigtstuhls in 1 360 m Höhe beträgt der N-Verlust 15 %, der Humus-

schwund 18 %. Diese Ergebnisse lassen sich zwar statistisch nicht sichern, passen aber in ihrer Tendenz zu den bisherigen Befunden. Sie lauten:

Humus- und Stickstoffverluste nach Kahlschlag und zum Teil beachtliche Stickstoffgewinne auf Lichtalmflächen, in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität.

Um diese Aussage statistisch noch besser sichern zu können, schieden wir im Lattengebirge weitere 13 Probeflächen unterschiedlicher Nutzung aus (vgl. Tab. 70). Anschließend bildeten wir unter Berücksichtigung der Probeflächen von Tab. 69 drei Gruppen, nämlich:

- Waldflächen (mit 34 Einschlägen),
- Lichtalmflächen (mit 27 Einschlägen) und
- Kahlschlagflächen (mit 11 Einschlägen).

Wie bisher prüften wir nun die Unterschiede der Mittelwerte der 3 Gruppen mit Hilfe der Varianzanalyse. Getestet wurden folgende Parameter:

- Mächtigkeit des A_h-Horizontes (cm)
- Porenvolumen des A_h-Horizontes (%)
- Feinerdegewicht des A_h-Horizontes in kg/l
- Kohlenstoffvorräte bis 10, 30 und 50 cm Bodentiefe in kg/qm
- Stickstoffvorräte bis 10, 30 und 50 cm Bodentiefe in kg/qm.

Nach Tabelle 71 gilt:

1. Waldstandorte im Lattengebirge haben mit 10,9 cm (Mittelwert!) die mächtigsten A_h-Horizonte. Kahlschlag und Almwirtschaft bedingen eine Abnahme um rund 50 % wegen Erosion, Viehtritt und Humuschwund.
2. Gebirgsstandorte weisen ein mittleres Porenvolumen von 51 % auf. Kahlschlag bedingt keine Veränderung, wohl aber Beweidung, denn Lichtalmflächen sind signifikant dichter (Porenvolumen 43 %). Dies erklärt, warum Almböden im Gegensatz zu den Waldstandorten häufig pseudovergleyt sind. Das Litergewicht des A_h-Horizontes erhöht sich hochsignifikant

von 0,389 kg/l unter Wald auf 0,626 (Lichtalm; + 61 %!).

3. **Kahlschlag führt je nach Bodentiefe zu einer signifikanten Abnahme der Kohlenstoffvorräte um 30 bis 40 %! Da die Umwandlung einer Kahlschlagfläche in eine Lichtalmfläche mit Humusregeneration einhergeht (+ 10 bis 23 % je nach Bodentiefe!), ergeben sich zwischen Wald- und Lichtalmflächen nur Unterschiede von annähernd 20 % Humus!**

Diese Ergebnisse sind Mittelwerte. Die detaillierte Besprechung einzelner Probeflächen in früheren Abschnitten gab bereits eine Vorstellung über das Ausmaß der Abweichungen von diesen Mittelwerten.

4. Das gilt auch für die Stickstoffvorräte. Kahlschlag bedingt N-Verluste in Höhe von etwa 10 - 30 % je nach Bodentiefe. Wird die Kahlschlagfläche langjährig beweidet, steigen die N-Vorräte um 25 bis fast 40 %. Vergleicht man Wald- und Lichtalmflächen, so resultiert daraus ein N-Gewinn von 14 - 23 %, je nach Bodentiefe. Die oberen Bodenhorizonte haben die höchsten N-Einnahmen.

Zusammenfassend ergeben sich für die C- und N-Vorräte/qm bis 50 cm Bodentiefe folgende mittlere Veränderungen:

	Waldfläche	Kahlschlag	Lichtalm
Humusvorrat in kg C/m ² /50 cm	10,9 (100 %) **	6,7 (61 %) *	8,7 (80 %)
Stickstoffvorrat in kg N/m ² /50 cm	0,750 (100 %) *	0,526 (70 %) *** n. s.	0,854 (114 %)

Diese Mittelwerte decken sich in hohem Maße mit den Ergebnissen von der Probefläche Anthauptenalm 1. Vor allen Dingen kommt der N-Gewinn auf beweideten Almlichten klar zum Ausdruck.

Geländebeobachtungen zeigten nun, daß der Humuszustand eines **Waldstandortes** in Abhängigkeit vom Bestandesalter variiert. Um diese Beobachtung zu prüfen, bildeten wir 3 Kategorien, nämlich:

Kategorie 1 = Standorte mit Baum- und Altholz (50 - 120 Jahre)

Kategorie 2 = Stangenholzstandorte (15 - 30 Jahre)

Kategorie 3 = Kahlschlagflächen

Die Varianzanalyse zeigt eine Zunahme der C- und N-Vorräte durch Bestockung. Signifikant sind stets die Unterschiede zwischen Kategorie 1 und 3. Außerdem haben die Stangenholzstandorte signifikant mehr N als die Kahlschlagflächen. Die Mittelwerte der Kategorie »Standorte mit Baum- und Altholz« und »Stangenholzstandorte« unterscheiden sich nicht signifikant.

	Baum- und Altholz (50 – 120 Jahre)	Stangenholz (15 – 30 Jahre)	Kahlschlag
Humusvorrat in kg C/m ² /50 cm	11,9 (100 %) n. s.	10,3 (86 %) n. s. **	6,7 (56 %)
Stickstoffvorrat in kg N/m ² /50 cm	0,802 (100 %) n. s.	0,900 (112 %) *	0,526 (66 %) *

Das Ausmaß der Humus- und Stickstoffverluste bzw. Einnahmen hängt nicht nur von der Variation eines Faktors ab. Mit Sicherheit spielen Faktorenkomplexe eine Rolle. Besonders wichtig erscheint uns der Substrateinfluß. Um dies zu prüfen, gliederten wir die Böden unserer Probeflächen in zwei Substrattypen:

- tiefründige, lehmig-tonige, steinarme Substrate
- flachgründige, skelettreiche Substrate.

Tabelle 72 zeigt deutliche Unterschiede. So beträgt der **Humusschwund der tiefründigen Substrate stets hochgesichert 30 %**. Auf flachgründigen Standorten ist die Differenz der Humusvorräte zwischen Wald und Lichtalm wesentlich geringer, nämlich nur 12 - 17 %. Die Matten speichern in den oberen 10 cm sogar mehr organische Substanz als die Waldböden (+ 6 %, ns), was wir auf die zum Teil filzartige Durchwurzelung der flachgründigen Substrate durch die Gras- und Krautvegetation zurückführen.

Vermutlich spielt dieser Durchwurzelungseffekt auch in 30 und 50 cm Bodentiefe noch eine gewisse Rolle, denn skelettreiche Substrate verdichten durch Viehtritt weniger als lehmig-tonige Böden und sind deshalb bis in größere Tiefe gut durchwurzelbar, was das Ausmaß des Humusschwundes verringert (12 - 17 %!). Ob Rendzina-Humus langsamer abgebaut wird als Humus von Kalkverwitterungslehmen, prüften wir nicht.

Während tiefründige, lehmig-tonige Substrate einen hochsignifikanten Humusschwund erkennen lassen, ist ihr N-Gewinn bei Beweidung statistisch nicht gesichert. Er erreicht nur 8 - 19 %. Im Vergleich dazu sind die Unterschiede in den N-Mengen **flachgründiger** Wald- und Almböden viel größer. So weisen die oberen Bodenlagen der Matten bis 10 cm Tiefe einen **gesicherten N-Gewinn von 41 %** auf.

Vermutlich kommt es auf den verdichteten Lehmböden bei Nässeperioden, z. B. nach Schneeschmelze, zu **Denitrifikation**. Deutliche Pseudogleymerkmale in der lehmig-tonigen Matrix der Weideböden weisen in diese Richtung.

Überblickt man die im Lattengebirge erzielten Ergebnisse, so läßt sich eine weitgehende Übereinstimmung mit

den im Hagengebirge festgestellten Befunden nachweisen. Die Lichtalmstandorte sind in der Regel deutlich humusärmer, aber im Oberboden stickstoffreicher als Waldstandorte. Kahlschlagflächen ohne Beweidung haben den niedrigsten Humusstand, verbunden mit N-Verlusten. Das Bodensubstrat beeinflusst entscheidend die Ergebnisse.

5.4 Methodendiskussion

Unsere Methode, nämlich die Ausscheidung standörtlich homogener, aber unterschiedlich genutzter Flächen und Vergleich ihrer C- und N-Vorräte ermöglicht eine rasche und erste Information über das Ausmaß des Humusschwundes und einzelner ihn steuernden Faktoren. Sie hat jedoch auch Nachteile. Dazu gehört der Zwang, die Vergleichsflächen einer Probefläche möglichst nahe nebeneinander zu plazieren, da sich die Standortbedingungen im Gebirge auf kurzer Distanz rasch ändern. Deshalb liegen die Almvergleichsflächen am Rande der Almlichten und die Waldvergleichsflächen im Randbereich des Waldes. Am Waldrand ist aber die Wahrscheinlichkeit einer Beeinflussung der Böden und ihrer organischen Auflagen durch das Vieh besonders hoch. Die Möglichkeit solcher Einwirkungen können wir auf keiner Probefläche voll ausschließen.

Umgekehrt sind die Böden am Rande der Lichtweide im allgemeinen weniger intensiv vom Vieh beeinflusst als diejenigen nahe des Kasers. Die weniger beweideten Almrandbereiche täuschen daher möglicherweise ein zu hohes Humuskapital für die Almlichte vor.

Wie Übersicht 13 zeigt, weisen nahe beim Kaser gelegene Böden meist ein deutlich niedrigeres Humuskapital auf. Vermutlich ist deshalb der Humusschwund in Wirklichkeit beachtlich höher. Präzise läßt sich sein Ausmaß letzten Endes nur über einen experimentellen Ansatz erfassen, der folgende Schritte beinhalten muß:

- Kennzeichnung der Ausgangssituation,
- Eingriff und Quantifizierung der Dynamik des Humusschwundes.

Solche Untersuchungen planen wir im Rahmen des MAB 6 Projekts.



Abb. 10: Humusverluste in den Oberböden von Gebirgsböden entstehen nicht nur durch Mineralisation und Bodenabtrag. Auch pedogenetische Prozesse können eine Rolle spielen. So zeigt Abb. 10 einen Boden nahe den Oberaudorfer Almen am Trainsjoch, mit kräftiger Bleichzone und einem Humushorizont direkt über dem Hauptdolomitschutt. Der Oberboden ist durch Viehtritt verfestigt und während der Schneeschmelze kommt es zu Wasserstau. Die Folge sind anaerobe Verhältnisse mit Abbau der hochmolekularen Humusstoffe durch anaerobe Mikroorganismen. Die niedermolekularen Humusbruchstücke wandern mit dem langsam ziehenden Sickerwasser nach unten, werden aber bei den hohen pH-Werten des Muttergesteins ausgefällt. Dadurch entsteht der tiefhumose B_{gh} -Horizont. Er verhindert die Auskristallisation von Eisen- und Mangankonkretionen; es kommt lediglich zu einer diffusen Anreicherung von Fe- und Mn-Verbindungen im B_{gs} -Horizont über dem B_{gh} . Bodentypologisch liegt ein Weidepseudogley der montanen Stufe vor. Auf saurem Substrat würden die niedermolekularen Humusstoffe ins Grundwasser wandern (Foto: Zech).

Abschließend sei nochmals betont, daß der Humuschwund keine konstante Größe ist. Stets steuern, abgesehen von der Nutzung, eine Vielzahl von Faktoren sein Ausmaß. Die quantitative Erfassung des gleichzeitigen und gemeinsamen Einflusses dieser Parameter erfordert den Einsatz multivariater statistischer Methoden. Entsprechende Untersuchungen sind geplant.

Übersicht 13: C-Vorrat einzelner, im Zentrum einer Lichtweide gelegener Profile im Vergleich mit dem C-Vorrat der Almvergleichsfläche Vogelhüttenalm. Alle Standorte stimmen in Exposition (schattenseitig), Substrat (Lehne aus Kieselkalken), Bodendynamik (oligotroph) und Vegetation (Polygalo-Nardetum bis Nardus-reiches Prunello-Poetum alpinae) überein.

Vergleichsfläche/ Einzelprofil	C-Vorrat kg/m ² 50 cm	Lage
Vogelhüttenalm, Vergleichsfläche Alm	7,4	randlich
Büchsenalm I	7,1	zentral
Büchsenalm II	6,7	zentral
Strubalm I	5,0	zentral
Strubalm II	6,2	zentral
Strubalm III	7,2	zentral
Strubalm IV	4,9	zentral

6. Schlußbetrachtung

Unsere Ergebnisse zeigen, daß die menschliche Wirtschaftsweise in Gebirgsstöcken zu erheblichen Humusverlusten führt. Das gilt nicht nur für die Lichtalmflächen. Vielmehr macht der Vergleich von Wald- und Kahlschlagstandorten überzeugend klar, daß die seit Jahrhunderten praktizierte unpflegliche Nutzung der Gebirgswälder auch deren Humuskapital entscheidend verändert hat. Wir sind damit nicht in der Lage, den tatsächlichen Humusschwund zu erfassen, weil die Ausgangssituation, nämlich der unbeeinflusste ursprüngliche Bergwald, so gut wie nicht mehr existiert.

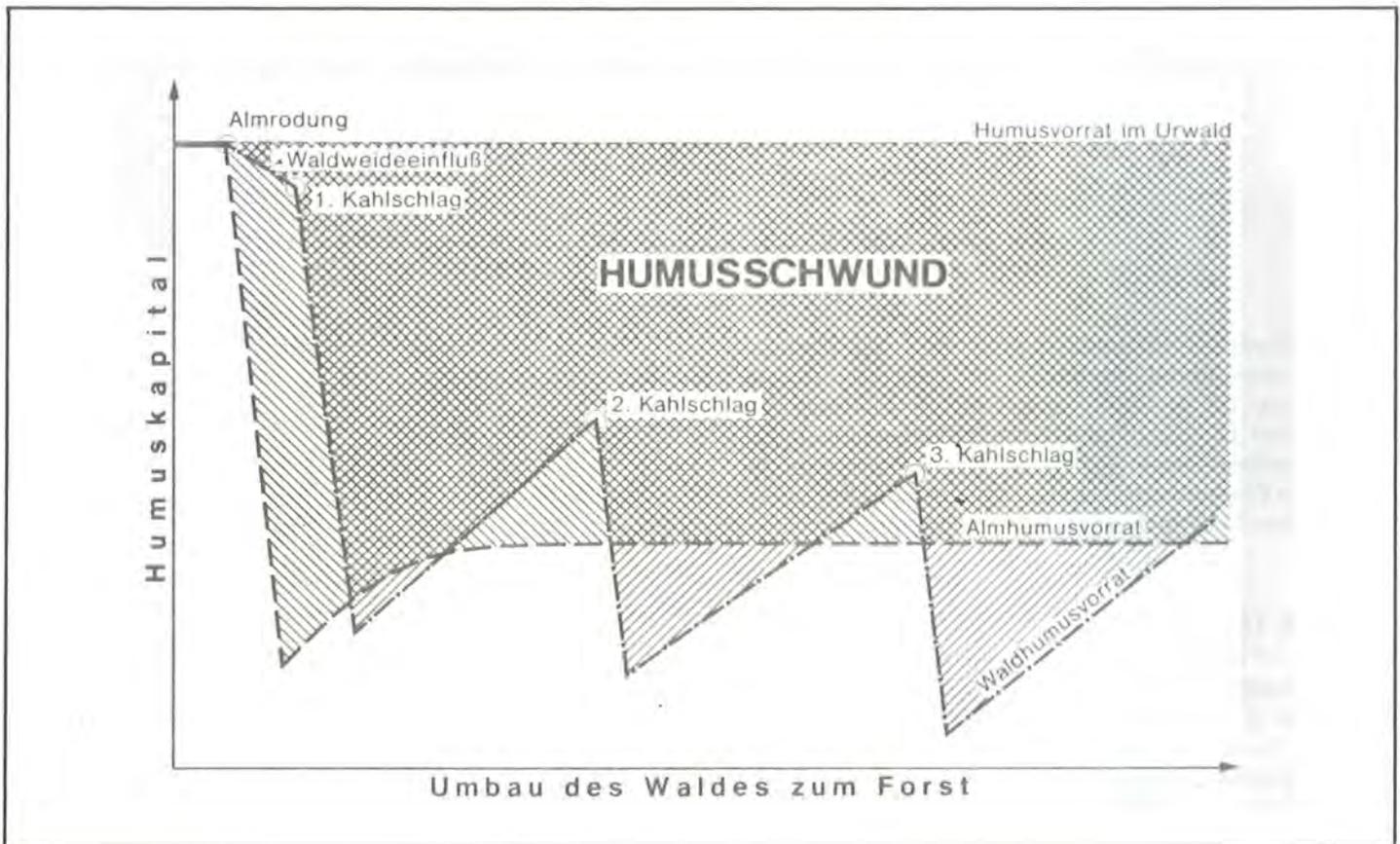
Schematisch lassen sich diese Zusammenhänge folgendermaßen darstellen (vgl. Abb. 11):

Rodung des Urwaldes führt zu drastischem Humusschwund. Die anschließende Weidenutzung geht einher mit langsamem Anstieg der C-Vorräte. Doch bleibt ihr Niveau deutlich unter demjenigen des Urwaldes.

Das Humuskapital der von Rodung verschonten Waldböden ist bereits durch Waldweide etwas in Mitleidenchaft gezogen. Nach dem ersten Großkahlschlag mit anschließender Beweidung der freigestellten Fläche und der damit verbundenen, enormen Zerstörung der organischen Auflagen durch Viehtritt nimmt jedoch auch auf Waldstandorten der C-Vorrat gewaltig ab.

Die Wiederbestockung der Waldböden bringt eine neuerliche Zunahme der Humusmengen, deren Niveau aber unter demjenigen des Urwaldes bleibt, weil der zweite Kahlschlag die vollständige Regeneration abblockt. Die mehrmalige Wiederholung dieser Prozesse führt zum heutigen Zustand der Waldböden.

Abb. 11: Das Humuskapital einer Probefläche in Abhängigkeit von der Zeit - schematische Skizze.



Damit wird verständlich, warum der Humusschwund auf ein und derselben Probefläche nicht als konstant betrachtet werden darf; denn in Abhängigkeit von der jeweiligen Position auf der Zeitachse unserer Abb. 11 ergeben sich größere oder kleinere Unterschiede zwischen Wald- und Almböden. Im Mittel erreicht der Humusschwund auf Lichtalmten 20 - 30 %, maximal 50 %.

Will man die landschaftliche Vielfalt unserer alpinen Kulturlandschaft mit ihrem reizvollen Wechsel von Wald und Matten erhalten, so muß man aus geoökologischer Sicht darauf bedacht sein, dem Bergwald die Möglich-

keit zu geben, seine ursprüngliche Stabilität und Regenerationsfähigkeit zurückzugewinnen. Nur unter diesen Bedingungen werden sich seine Humusvorräte in hohem Maße regenerieren, was von entscheidender Bedeutung ist für Nährstoffversorgung, Wasserspeicherung und Erosionsschutz, aber auch für das Abflußregime ganzer Gebirgslandschaften. Und nur dann vermag der Wald für den Landschaftshaushalt nachteilige Eingriffe des Menschen abzuf puffern und auszugleichen. Weder vom Bestandaufbau noch vom Humusvorrat her dürfte der Bergwald in seinem heutigen Zustand dazu in der Lage sein.

7. Zusammenfassung

Es ist das Ziel der vorliegenden Untersuchung, den Einfluß des wirtschaftenden Menschen auf das Humuskapital von Gebirgsstöcken aufzuzeigen. Als Untersuchungsgebiet bot sich der Alpenpark Berchtesgaden an, weil er eine nahezu tausendjährige Alm- und Forstwirtschaftsgeschichte aufweist. Zum Vergleich wurden auch Standorte am Geigelstein ausgeschieden.

Jede Probefläche besteht aus standörtlich möglichst homogenen Vergleichsflächen, die alm- bzw. forstwirtschaftlich genutzt werden oder wurden. Die Probenahme erfolgte in der Regel auf 4 - 5 Einschlägen pro Vergleichsfläche. Im Labor analysierten wir C, N, pH, Porenvolumen und Carbonatgehalt. Die Unterschiede der Mittelwerte von Vergleichsflächen wurden varianzanalytisch getestet.

Das mittlere Humuskapital der untersuchten Gebirgsstandorte beträgt 10 - 12 kg C/qm/50 cm Bodentiefe, einschließlich der organischen Auflagen. Die entsprechenden Werte für die Stickstoffvorräte lauten 0,750 - 0,980 kg N/qm/50 cm.

Wegen einer Vielzahl von Kahlschlägen in den letzten 800 Jahren mit nachfolgender Erosion, Zerstörung der organischen Auflagen durch Viehtritt, wurde der Humusvorrat unter Wald sehr stark in Mitleidenschaft gezogen. Je schonender der Eingriff erfolgte und je weiter dieser zurückliegt, um so humusreicher sind die Waldstandorte. Ihr ursprüngliches Humuskapital ist auf unseren Probeflächen heute aber nicht mehr vorhanden. Auf den Almlichten kam es dagegen nur zu einem einmaligen Rodungskahlhieb mit anschließender teilweiser Regeneration und Stabilisierung durch die Vegetation der Almmatten. Deshalb können dort die Humusreserven im Vergleich zum Bergwald in seiner heutigen Verfassung in Ausnahmefällen das gleiche Niveau erreichen oder sogar knapp darüber liegen. In der Regel läßt sich jedoch ein merklicher Humusschwund von im Mittel 20 - 30 % nachweisen.

In Abhängigkeit von der Beweidungsintensität sind die Oberböden der Lichtalmen im allgemeinen beachtlich stickstoffreicher als die Forststandorte. Der Stickstoffgewinn kann bis zu 32 % betragen. Das ist der mittlere Maximalwert der flachgründigen, skelettreichen Gebirgsböden in der montanen Stufe des Hagengebirges. Im Mittel liegt der Stickstoffgewinn der Almmatten zwischen 10 - 20 %. Stets sind die oberen Bodenhorizonte N-reicher.

Durch den Viehtritt kommt es auf den Almmatten zu einer mittleren, signifikanten Abnahme des Porenvolumens der Oberböden in Höhe von 9 - 16 %.

Kahlschlag bedingt (im Vergleich zu bewaldeten Flächen) keine Abnahme des Porenvolumens der A_h -Horizonte, jedoch Humusverluste von 30 - 40 % und Stickstoffverluste von 10 - 30 %.

Der Vergleich von Kahlschlagflächen mit Lichtalmböden beweist die teilweise Regeneration bei nachhaltiger Beweidung, denn die Mattenböden sind je nach Bodentiefe 10 - 20 % humusreicher bzw. 25 - 38 % stickstoffreicher als die entsprechenden Kahlschlagflächen.

Die bisherigen Befunde machen wahrscheinlich, daß tiefgründige, lehmig-tonige Böden einen höheren Humusschwund aufweisen als flachgründige, skelettreiche Substrate. Wir führen das auf die enorme Verdichtung toniger Standorte durch den Viehtritt zurück, während Skelettreichtum diesem Effekt entgegenwirkt. Dadurch und wegen der Flachgründigkeit ist die Durchwurzelung der Rendzinen intensiver. Eine hohe Produktion an Wurzelbiomasse mindert den Humusschwund.

Bei Stickstoff liegen die Verhältnisse umgekehrt. Vermutlich kommt es auf den dichten Lehmböden bei Wasserstau, z. B. während der Schneeschmelze, zu Denitrifikation.

8. Dank

Die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Untersuchung wurde angeregt durch die Arbeiten von Professor Dr. W. Laatsch über die Hanglabilität in den Miesbacher Bergen. Der Beginn der Arbeiten fällt noch in meine »Münchener Zeit« am Institut für Bodenkunde und Standortlehre der Forstlichen Forschungsanstalt. Sämtliche Analysen konnten nach meiner Berufung an den Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie der Universität Bayreuth durch großzügiges Entgegenkommen von Professor Dr. K. E. Rehfuess in den Labors des Münchner Instituts durchgeführt werden. Auch die statistische Auswertung erfolgte im gleichen Hause dank der Hilfestellung durch Herrn Dr. Kenel.

Weitere Hilfestellung erhielten wir durch Beamte der Bayerischen Staatsforstverwaltung und vom Amt für Landwirtschaft in Laufen, sowie von Herrn Dr. Zielonkowski bei der Vegetationsaufnahme. Sämtlichen Personen danken wir herzlich.

W. Zech

9. Literatur

- AICHINGER, E. (1962): Verkarstung des Bodens durch Großkahlschlag und Weideraubwirtschaft im oberen Kampfgürtel des alpenländischen Waldes; Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere, 27, 24-31, München
- AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, Laufen, (o. J.): Akt Almen im Bereich Berchtesgadener Land
- AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, Laufen: Akt Almbestoß 1976 (Zusatzantrag zur EG Ausgleichszulage)
- ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE (1971): Kartieranleitung
- BOCHTER, R. (1978): Die Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte in Wald- und Almböden der montanen Stufe des Hagengebirges/Berchtesgadener Alpen und ihre Beeinflussung durch die menschliche Wirtschaftsweise. Unveröffentlichte Zulassungsarbeit zum Staatsexamen, Fach Geographie, Universität München
- BÜLOW, G. v. (1950): Die Sudwälder von Reichenhall, Diss. München
- BURGER & FRANZ (1969): Die Bodenbildung in der Pasterzerlandschaft. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, H. 21, Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe, 253-269
- FEHN, K. (1968): Almen und Almwirtschaft im Berchtesgadener Land; Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie, 16, 36-54, Frankfurt
- ENDERS, G. (1979): Theoretische Topoklimatologie, Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte 1, Berchtesgaden
- FORSTAMT BERCHTESGADEN: Akten Forsteinrichtung 1954 (mit Ergänzungen aus jüngerer Zeit)
- GANSS, O. (1978): Geologische Karte 1: 200 000, Blatt Berchtesgaden, Bayerisches Geologisches Landesamt, München
- GANSS & GRÜNFELDER (o. J.): Geologie der Berchtesgadener und Reichenhaller Alpen, Karlstein
- GRACANIN, Z. (1972a): Vertikale und horizontale Verteilung der Bodenbildung auf Kalken und Dolomiten im mittleren Abschnitt der Alpen. Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 15, 19-40
- GRACANIN, Z. (1972b): Die Böden der Alpen; in: GANSSSEN, R.: Bodengeographie, Stuttgart.
- HABER, HOFFMANN; KÜHNEL; LEBLING; WIRTH (o. J.): Geologische Karte des Gebietes um den Königssee in Bayern 1 : 25 000
- JENNY, H. (1930): Hochgebirgsböden. In: BLANCK, E. (Hrsg.): Handbuch der Bodenlehre, 3, 96-118, Berlin
- KÖSTLER & MAYER (1970): Waldgrenzen im Berchtesgadener Land; Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere, 35, München
- KÖSTLER & MAYER (1974): Wälder im Berchtesgadener Land; Gutachten über die künftige Behandlung des Waldes im Nationalpark Berchtesgadener Land, München
- KUBIENA, W. L. (1948): Entwicklungslehre des Bodens. Springer, Wien
- KUBIENA, W. L. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, Wien
- KUBIENA, W. L. (1970): Micromorphological features of soil geography. Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey
- LAATSCH & GROTTENTHALER (1973): Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach; Bayer. Staatsministerium f. Ern. Landw. u. Forsten, München
- LIPPERT, W. (1959): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, Ber. Bayer. Bot. Ges. XXXIX, München
- MAYER, H. (1959): Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. Mitt. Staatsforstverwaltung Bayern, H. 30
- MAYER, H. (1966): Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes; Forstwissenschaftliche Forschungen, H. 22, Hamburg
- MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes, Stuttgart
- MEIER, B. (1979): Standorteigenschaften unterschiedlich genutzter Gebirgsböden im Geigelsteingebiet (Chiemgauer Alpen). Unveröffentlichte Zulassungsarbeit zum Staatsexamen, Fach Geographie, Universität München
- NEUERBURG, W. (1977): Über den Einfluß der menschlichen Wirtschaftsweise auf Humus- und Stickstoffvorräte in Gebirgsböden des Lattengebirges und des Schwarzecks. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Fach Forstwissenschaft, Universität München
- NEUWINGER, I. (1963): Beziehungen zwischen Relief, Pflanzendecke und Boden an der Obergrenze des Zirben-Lärchenwaldgürtels. Ber. d. Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck, 53, 143-156
- NEUWINGER, I. (1970): Böden der subalpinen und alpinen Stufe der Tiroler Alpen; Mitt. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde., Bd. 11, 130-150, Innsbruck
- NEUWINGER & CZELL (1959): Standortsuntersuchungen in subalpinen Aufforstungsgebieten, I. Teil: Böden in den Tiroler Zentralalpen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 78, 327-372
- PALLMANN, H., HASLER, A., SCHMUZINGER, A. (1938): Beitrag zur Kenntnis der alpinen Eisen- und Humuspodsole. Bodenkunde und Pflanzenernährung, 9/10 (54/55), 94-122
- RANKE, K. (1929): Die Alm- und Weidewirtschaft des Berchtesgadener Landes; Diss. Technische Hochschule München
- RÖHLE, H. (1977): Über den Einfluß der menschlichen Wirtschaftsweise auf die Humus- und N-Vorräte der Gebirgsböden des Hochkaltergebietes. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Fach Forstwissenschaft, Universität München
- SCHAUER, Th. (1977): Veränderte Waldvegetation in den Wäldern des Nationalparks Berchtesgaden. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Bergwelt, 42, 31-52
- SCHERZER, H. (1972): Geologisch-botanische Wanderungen durch die Alpen, I. Band: Das Berchtesgadener Land; München
- THIELE, K. (1978): Vegetationskundliche und pflanzenökologische Untersuchungen im Wimbachgries. Aus den Naturschutzgebieten Bayerns H. 1., München
- ZIELONKOWSKI, W. (1975): Vegetationskundliche Untersuchungen im Rotwandgebiet zum Problemkreis Erhaltung der Almen; Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege, H. 5, München
- ZÖTTL, H. (1965a + b): Zur Entwicklung der Rendzinen in der subalpinen Stufe; Pflanzenernährung und Bodenkunde, 110, 107-126.

Tabellenanhang

Tabelle 1: Probefläche Königsbachalm

Ergebnisse der Varianzanalyse

	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied %
	Alm	Wald		
Gewicht A (kg/l)	0,32	0,48	*	48,6
" B ₁ (kg/l)	0,26	0,46	**	77,2
" B ₂ (kg/l)	0,21	0,38	*	80,7
Porenvolumen %	59,6	58,3	n.s.	+ 2,3
Kohlenstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,2	0,9	-	-77,8
0-10 cm Tiefe mit Auflage	3,7	5,5	*	-32,7
0-10 cm Tiefe ohne "	3,6	4,6	n.s.	-21,7
0-30 cm Tiefe mit Auflage	7,8	9,6	n.s.	-18,8
0-30 cm " ohne "	7,6	8,6	n.s.	-11,6
0-50 cm " mit "	9,1	11,2	*	-18,7
0-50 cm " ohne "	8,9	10,1	n.s.	-11,9
10-30 cm "	4,1	4,1	n.s.	± 0,0
30-50 cm "	1,3	1,5	n.s.	-13,3
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	2,1	8,7	-	-75,9
0-10 cm Tiefe (%)	39,1	41,2	n.s.	- 5,1
10-30 cm " (%)	44,9	36,0	*	+24,7
30-50 cm " (%)	13,9	14,2	n.s.	- 2,1
Stickstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,01	0,03	-	-66,7
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,35	0,37	n.s.	- 5,4
0-10 cm " ohne "	0,34	0,34	n.s.	+ 0,0
0-30 cm " mit "	0,74	0,71	n.s.	+ 4,2
0-30 cm " ohne "	0,73	0,68	n.s.	+ 7,3
0-50 cm " mit "	0,87	0,85	n.s.	+ 2,4
0-50 cm " ohne "	0,86	0,82	n.s.	+ 4,8
10-30 cm Tiefe	0,39	0,34	n.s.	+14,7
30-50 cm "	0,12	0,14	n.s.	-14,3
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	1,2	4,1	-	70,7
0-10 cm Tiefe (%)	39,5	40,4	n.s.	- 2,2
10-30 cm " (%)	45,2	39,7	n.s.	+13,9
30-50 cm " (%)	14,1	15,7	n.s.	-10,2

Tabelle 2:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Königsbachalm, Vergleichsfläche Alm		
Bestand: Bupthalmum-Calamagrostis varia-Flur		
Höhe: 1.210 m	Neigung: 23°	Exposition: SW
Artenzahl: 57	Deckung: 100 %	
Aufnahmefläche: 15 m ²	Aufnahmedatum: 15.8.76/26.8.77	
Schicht: K		
Deckung: 100 %		
2.3 Calamagrostis varia	1.1 Pimpinella major	
2.2 Phleum hirsutum	1.1 Leucanthemum vulgare	
2.2 Agrostis tenuis	1.1 Plantago lanceolata	
2.2 Festuca pratensis	1.1 Ranunculus nemorosus	
2.2 Origanum vulgare	+ 2 Cuscuta spez.	
2.2 Rhinanthus aristatus	+ 2 Lathyrus pratensis	
2.2 Calamintha clinopodium	+ 2 Calamintha alpina	
2.2 Trifolium pratense	+ 2 Hypericum maculatum	
1.2 Phleum pratense	+ 2 Medicago lupulina	
1.2 Sesleria coerulea	+ 2 Stachys allopecurus	
1.2 Festuca rubra	+ 2 Thuidium tamariscinum	
1.2 Brachypodium rupestre	+ 2 Tortella toruosa	
1.2 Poa angustifolia	+ Carex pallescens	
1.2 Potentilla erecta	+ Acer pseudoplatanus	
1.2 Galium mollugo	+ Silene vulgaris	
1.2 Polygala chamaebuxus	+ Fragaria vesca	
1.2 Prunella vulgaris	+ Arabis bellidifolia	
1.2 Hippocrepis comosa	+ Plantago media	
1.2 Bupthalmum salacifolium	+ Lotus corniculatus	
1.2 Thymus polytrichus	+ Anthyllis vulneraria	
1.1 Dactylis glomerata	+ Silene nutans	
1.1 Briza media	+ Rhytidiadelphus squarrosus	
1.1 Carex caryophylla	+ Pleurozium schreberi	
1.1 Carex flacca		
1.1 Carex ornithopoda		
1.1 Carex panicea		
1.1 Euphorbia cyparissias		
1.1 Achillea millefolium		
1.1 Carduus defloratus		
1.1 Potentilla aurea		
1.1 Carlina acaulis		
1.1 Centaurea jacea		
1.1 Viola hirta		

Tabelle 3: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche Alm

Bodenform : schwach verlehmt Rendzina
aus Dachsteinkalkhangschutt

Profil 1
Höhe 1.210 m
Neigung 23°

Datum 8.8.76
Exposition SW
Geländeform Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,460	5,59	34,1	2,00	17,0

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe 70 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht (kg/l)	Porenvolumen		im A _h : 65,6 %		
	pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
0,230	6,98	2,50	12,35	1,14	10,8
0,200	7,30	19,60	4,64	0,41	11,3
0,200	7,65	70,10	0,75	0,07	10,7

A : A _h	20
B ₁ : C _v B _v	20
B ₂ : B _v C _v	30

krü	L
krü-sub	L
sub-sing	LS

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,160	-
0-10 cm	3,010	2,850
0-30 cm	6,800	6,640
0-50 cm	7,880	7,720
30-50 cm	-	1,080

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,009	-
0-10 cm	0,273	0,264
0-30 cm	0,620	0,611
0-50 cm	0,717	0,708
30-50 cm	-	0,05

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	2,0 %
0-10 cm Tiefe	36,2 %
10-30 cm Tiefe	48,0 %
30-50 cm Tiefe	13,7 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	1,3 %
0-10 cm Tiefe	36,8 %
10-30 cm Tiefe	48,4 %
30-50 cm Tiefe	13,5 %

Tabelle 5: probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 3
Höhe : 1.210 m
Neigung : 23°

Datum : 11.8.76
Exposition : SW
Geländeform : Mittelhang

Bodenform : schwach verlehmt Rendzina
aus Dachsteinkalk hangschutt

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,367	5,55	41,37	2,48	16,7

M i n e r a l b o d e n
Aufschlußtiefe 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	im A _n : 62,9 %		
							% C	% N	C/N
A : A _n	15	krü	L	0,415	6,15	0,62	11,43	1,15	9,9
B ₁ : A _n B _v	13	krü-brö	L	0,234	7,20	17,85	5,58	0,48	11,6
B ₂ : B _v C _v	32	brö	LS	0,223	7,40	44,85	1,99	0,20	10,0

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,152	-
0-10 cm	4,895	4,743
0-30 cm	9,050	8,898
0-50 cm	9,936	9,784
30-50 cm	-	0,886

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage

0-10 cm Tiefe	1,5 %
10-30 cm Tiefe	47,7 %
30-50 cm Tiefe	41,8 %
	8,9 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,009	-
0-10 cm	0,486	0,477
0-30 cm	0,878	0,869
0-50 cm	0,967	0,958
30-50 cm	-	0,088

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage

0-10 cm Tiefe	0,9 %
10-30 cm Tiefe	49,3 %
30-50 cm Tiefe	40,6 %
	9,1 %

Tabelle 6: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 4
 Höhe : 1.210 m
 Neigung: 23°

Datum: 11.8.76
 Exposition: SW
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform : schwach verlehmt Rendzina
 aus Dachsteinkalkhangschutt

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,933	6,09	39,41	2,04	19,3

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH % CaCO ₃	im A _h : 61,1 % % C % N C/N		
A : A _h	12	krü	L	0,407	6,40 0,48	10,6	1,01	10,5
B ₁ : B _v A _h	14	krü-sub	L	0,318	7,00 3,22	5,59	0,54	10,3
B ₂ : B _v C _v	34	brö-sub	L	0,239	7,22 9,94	2,57	0,25	10,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,368	-
0-10 cm	4,329	3,961
0-30 cm	7,853	7,485
0-50 cm	9,081	8,713
30-50 cm	-	1,228

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	4,0 %
0-10 cm Tiefe	43,6 %
10-30 cm Tiefe	38,8 %
30-50 cm Tiefe	13,5 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,019	-
0-10 cm	0,397	0,378
0-30 cm	0,736	0,717
0-50 cm	0,856	0,837
30-50 cm	-	0,120

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	2,2 %
0-10 cm Tiefe	44,2 %
10-30 cm Tiefe	39,6 %
30-50 cm Tiefe	14,0 %

Tabelle 7: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 5
 Höhe : 1.210 m
 Neigung : 23°

Datum : 11.8.76
 Exposition : SW
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform : schwach verlehmt Rendzina
 aus Dachsteinkalkhangschutt

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,333	5,8	42,4	1,91	22,2

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 50,7 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	20	krü	L	0,315	6,90	1,83	9,97	1,00	10,0
B ₁ : C _v B _v	25	brö-sub	L	0,334	7,10	4,22	4,70	0,53	8,9
B ₂ : B _v C _v	25	brö-sub	sL	0,271	7,20	33,87	2,99	0,31	9,65

K o h l e n s t o f f v o r r a t

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,141	-
0-10 cm	3,282	3,141
0-30 cm	7,994	7,853
0-50 cm	9,993	9,852
30-50 cm	-	1,999

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
 der Auflage 1,4 %
 0-10 cm Tiefe 31,4 %
 10-30 cm Tiefe 47,2 %
 30-50 cm Tiefe 20,0 %

S t i c k s t o f f v o r r a t

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,006	-
0-10 cm	0,321	0,315
0-30 cm	0,813	0,807
0-50 cm	0,991	0,985
30-50 cm	-	0,178

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
 der Auflage 0,6 %
 0-10 cm Tiefe 31,8 %
 10-30 cm Tiefe 49,6 %
 30-50 cm Tiefe 18,0 %

Tabelle 8:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Königsbachalm, Vergleichsfläche Wald		
Bestand: Fichtenbaumholz mit wenig Lärche		
Höhe: 1.210 m	Neigung: 23°	Exposition: SW
Artenzahl: 13	Deckung: 90 %	
Aufnahmefläche: 100 m ²	Aufnahmedatum: 15.8.76/26.8.77	
Schicht: B	Höhe: 15 m	Deckung: 90 %
5.1 Picea abies		
+ Larix europaea		
Schicht: K		Deckung: kl. 10 %
+ Mercurialis perennis		
+ Lamium galeobdolon		
+ Oxalis acetosella		
+ Cephalanthera damasonium		
+ Lilium martagon		
+ Aposeris foetida		
+ Polygonatum verticillatum		
+ Viola reichenbachiana		
+ Convallaria majalis		
+ Epipactis helleborine		
+ Mnium punctatum		

Tabelle 9: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 1

Datum : 8.8.76

Bodenform : Rendzina-Lehmrendzina aus
Dachsteinkalkhangschutt

Höhe : 1.210 m

Exposition: SW

Neigung : 23°

Geländeform: Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : F-Mull bis Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,8	0,700	3,40	44,60	1,37	32,6
F	0,8	1,100	4,69	36,94	1,39	26,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A ₁ : % C	% N	C/N
A : A ₁	13	krü	L	0,339	6,02	0,53	10,14	0,78	13,0
B ₁ : (C _V)B _V	33	krü-sub	L	0,376	7,10	15,22	3,90	0,34	11,5
B ₂ : (B _V)C _V	24	brö-sing	LS	0,288	7,70	68,18	0,36	0,04	9,0

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,718	-
0-10 cm	4,159	3,441
0-30 cm	7,681	6,963
0-50 cm	10,067	9,349
30-50 cm	-	2,385

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,025	-
0-10 cm	0,290	0,265
0-30 cm	0,585	0,560
0-50 cm	0,793	0,768
30-50 cm	-	0,208

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	34,2 %
10-30 cm Tiefe	35,0 %
30-50 cm Tiefe	23,7 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	33,4 %
10-30 cm Tiefe	37,2 %
30-50 cm Tiefe	26,2 %

Tabelle 10: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche: Wald

Profil : 2
 Höhe : 1.210 m
 Neigung : 23°

Datum : 10.8.76
 Exposition : SW
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform: Rendzina-Lehmrendzina aus
 Dachsteinkalkhangschutt

A u f l a g e

Humusform: F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,733	4,45	44,17	1,27	34,8
F	1,5	2,567	4,80	35,36	1,41	25,1
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 57,8 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	14	krü	L	0,410	6,60	0,96	11,18	0,80	14,0
B ₁ : C _v B _v	16	krü-sub	L	0,366	7,18	35,54	1,58	0,18	8,8
B ₂ : B _v C _v	40	brö-sub	SL	0,324	7,55	46,21	0,72	0,07	10,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,232	-
0-10 cm	5,816	4,584
0-30 cm	8,576	7,344
0-50 cm	9,044	7,812
30-50 cm	-	0,468

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,045	-
0-10 cm	0,373	0,328
0-30 cm	0,610	0,565
0-50 cm	0,657	0,611
30-50 cm	-	0,046

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	13,6 %
10-30 cm Tiefe	50,7 %
30-50 cm Tiefe	30,5 %
	5,2 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	6,9 %
10-30 cm Tiefe	50,0 %
30-50 cm Tiefe	36,1 %
	7,0 %

Tabelle 11: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : Rendzina-Lehmrendzina
aus Dachsteinkalkhangschutt

Profil : 3
Höhe : 1.210 m
Neigung: 23°

Datum : 10.8.76
Exposition: SW
Geländeform: Mittelhang

A u f l a g e

Humusform: F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	1,0	0,833	4,45	40,04	1,23	32,5
F	1,0	1,200	3,85	34,21	1,27	26,9
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe: 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 58,6 % % C	% N	C/N
A : A _h	12	krü	L	0,558	6,82	0,21	11,01	0,75	14,7
B ₁ : (C _v ^h)B _v	13	sub	L	0,559	6,90	0,90	2,70	0,26	10,4
B ₂ : B _v C _v	45	brü-sub	SL	0,320	7,25	41,73	1,24	0,11	11,2

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,744	-
0-10 cm	6,884	6,140
0-30 cm	10,267	9,523
0-50 cm	11,061	10,317
30-50 cm	-	0,794

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	6,7 %
0-10 cm Tiefe	55,5 %
10-30 cm Tiefe	30,6 %
30-50 cm Tiefe	7,2 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,025	-
0-10 cm	0,443	0,418
0-30 cm	0,733	0,708
0-50 cm	0,803	0,778
30-50 cm	-	0,070

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	3,1 %
0-10 cm Tiefe	52,1 %
10-30 cm Tiefe	36,1 %
30-50 cm Tiefe	8,7 %

Tabelle 12: Probefläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 4
Höhe : 1.210 m
Neigung: 23°

Datum : 10.8.76
Exposition : SW
Geländeform: Mittelhang

Bodenform : Rendzina - Lehmrendzina aus
Dachsteinkalkhangschutt

A u f l a g e

Humusform : F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,8	0,667	4,10	44,29	1,32	33,6
F	1,5	2,867	4,20	33,01	1,16	28,5
H						

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH	% CaCO ₃	im A _h : 59,0 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	20	krü	L	0,487	6,60	0,40	7,20	0,60	12,0
B ₁ : A _h B _v	18	krü-sub	L	0,434	7,11	2,17	3,50	0,32	10,9
B ₂ : C _v B _v	32	brö	SL	0,328	7,20	6,30	0,50	0,13	3,8

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,241	-
0-10 cm	4,748	3,507
0-30 cm	9,775	8,534
0-50 cm	11,188	9,947
30-50 cm	-	1,413

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,042	-
0-10 cm	0,334	0,292
0-30 cm	0,765	0,723
0-50 cm	0,928	0,886
30-50 cm	-	0,163

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	11,1 %
10-30 cm Tiefe	31,3 %
30-50 cm Tiefe	44,9 %
	12,6 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	4,5 %
10-30 cm Tiefe	31,5 %
30-50 cm Tiefe	46,4 %
	17,5 %

Tabelle 13: Probe­fläche Königsbachalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 5
 Höhe : 1.210 m
 Neigung : 23°

Datum : 10.8.76
 Exposition : SW
 Geländeform : Mittelhang

Bodenform : Rendzina - Lehmrendzina aus
 Dachsteinkalkhangschutt

A u f l a g e

Humusform : F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	1,0	0,600	3,88	34,85	1,12	31,1
F	2,0	2,000	5,05	25,11	1,16	21,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	17	krü	L	0,591	6,60	0,57	8,66	0,64	13,5
B ₁ : A _h B _v	18	krü-sub	L	0,560	6,85	0,31	2,97	0,27	11,0
B ₂ : C _v B _v	-	brö-sub	L	0,618	7,10	6,83	1,53	0,14	10,9

Porenvolumen im A_h: 56,0 %

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,711	-
0-10 cm	5,832	5,121
0-30 cm	11,580	10,869
0-50 cm	13,830	13,118
30-50 cm	-	2,250

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,030	-
0-10 cm	0,408	0,378
0-30 cm	0,869	0,839
0-50 cm	1,073	1,043
30-50 cm	-	0,205

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	5,1 %
0-10 cm Tiefe	37,0 %
10-30 cm Tiefe	41,6 %
30-50 cm Tiefe	16,3 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	2,8 %
0-10 cm Tiefe	35,2 %
10-30 cm Tiefe	42,9 %
30-50 cm Tiefe	19,1 %

Tabelle 14: Probefläche Gotzentalm

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied %
	Alm	Wald		
Gewicht A (kg/l)	0,52	0,43	n.s.	+ 20,9
" B ₁ (kg/l)	0,43	0,37	n.s.	+ 16,2
" B ₂ (kg/l)	0,35	0,36	n.s.	- 2,8
Porenvolumen (%)	57,3	61,7	**	- 7,6
Kohlenstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,1	1,1	-	- 90,9
0-10 cm Tiefe mit Auflage	4,1	5,0	n.s.	- 18,0
0-10 cm " ohne "	4,0	3,9	"	+ 2,6
0-30 cm " mit "	7,6	8,9	"	- 17,1
0-30 cm " ohne "	7,5	7,8	"	- 3,8
0-50 cm " mit "	8,6	10,5	"	- 18,1
0-50 cm " ohne "	8,5	9,4	"	- 9,5
10-30 cm "	3,5	3,9	"	- 10,3
30-50 cm "	1,0	1,6	"	- 37,5
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	1,6	11,0	-	- 85,5
0-10 cm Tiefe (%)	46,9	38,3	n.s.	+ 22,4
10-30 cm Tiefe (%)	39,8	36,5	"	+ 9,0
30-50 cm Tiefe (%)	11,7	14,2	"	- 17,6
Stickstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,01	0,04	-	- 75,0
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,36	0,28	n.s.	+ 28,5
0-10 cm " ohne "	0,35	0,25	n.s.	+ 40,0
0-30 cm " mit "	0,74	0,55	n.s.	+ 34,5
0-30 cm " ohne "	0,74	0,51	*	+ 45,1
0-50 cm " mit "	0,84	0,68	n.s.	+ 23,5
0-50 cm " ohne "	0,84	0,64	"	+ 31,3
10-30 cm "	0,38	0,27	"	+ 40,7
30-50 cm "	0,10	0,12	"	- 16,7
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	0,7	6,5	-	- 89,2
0-10 cm Tiefe (%)	46,9	38,3	n.s.	+ 22,3
10-30 cm " (%)	46,1	39,6	"	+ 16,4
30-50 cm " (%)	12,0	17,3	"	- 30,6
Kohlenstoffvorrat im Idealprofil (kg/m ²)				
0-10 cm Tiefe mit Auflage	3,8	5,6	n.s.	- 32,1
0-10 cm " ohne "	3,6	4,4	"	- 18,2
0-30 cm " mit "	7,1	9,7	"	- 26,8
0-30 cm " ohne "	7,0	8,6	"	- 18,6
0-50 cm " mit "	8,2	11,3	"	- 27,4
0-50 cm " ohne "	8,1	10,1	"	- 19,8

Tabelle 15:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Gotzentalm, Vergleichsfläche Alm	
Bestand: Bupthalmum-Calamagrostis varia - Flur	
Höhe: 1.180 m	Neigung: 18°
Artenzahl: 59	Deckung: 90 %
Aufnahmefläche: 10 m ²	Aufnahmedatum: 6.9.76/18.8.77
Schicht: K	Deckung: 90 %
3.3 Agrostis tenuis	1.1 Achillea millefolium
2.2 Cynosurus cristatus	1.1 Campanula rotundifolia
2.2 Dactylis glomerata	1.1 Centaurea jacea
2.2 Sieglingia decumbens	1.1 Pimpinella major
2.2 Festuca rub:	1.1 Ranunculus nemorosus
2.2 Euphorbia cyparissias	1.1 Melampyrum sylvaticum
2.2 Rhinanthus aristatus	1.1 Phyteuma orbiculare
2.2 Viola canina	1.1 Carlina acaulis
	1.1 Pleurozium schreberi
1.2 Calamagrostis varia	+ .2 Galium anisophyllum
1.2 Festuca pratensis	+ .2 Veronica officinalis
1.2 Anthyllis vulneraria	+ .2 Helianthemum grandiflorum
1.2 Origanum vulgare	+ .2 Thuidium tamariscifolium
1.2 Calamintha clinopodium	+ .2 Rhytidiadelphus triquetrus
1.2 Trifolium pratense	
1.2 Hippocrepis comosa	+ Carex caryophylla
1.2 Thymus polytrichus	+ Brachypodium sylvaticum
1.2 Polygala chamaebuxus	+ Poa angustifolia
	+ Carex digitata
1.1 Poa alpina	+ Carex montana
1.1 Carex ornithopoda	+ Calamintha alpina
1.1 Briza media	+ Lotus corniculatus
1.1 Anthoxanthum odoratum	+ Hypericum maculatum
1.1 Carex flacca	+ Plantago media
1.1 Carduus defloratus	+ Trifolium repens
1.1 Potentilla erecta	+ Prunella vulgaris
1.1 eucanthemum vulgare	+ Alchemilla vulgaris
1.1 Plantago lanceolata	+ Cephalanthera longifium
1.1 Bupthalmum salicifolium	+ Hieracium sylvaticum
	+ Salvia glutinosa
	+ Cuscuta spez.

Tabelle 16: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : Lehmrendzina aus Jungmoräne

Profil : 1
Höhe : 1.180 m
Neigung : 18°

Datum : 1.9.76
Exposition : WSW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,200	5,60	42,77	1,89	22,6

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht (kg/l)

Porenvolumen im A_h: 57,5 %
pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	18	krü	L	0,495	6,45	3,31	8,64	0,72	12,0
B ₁ : C _v B _{v1}	22	krü-sub	sL	0,252	6,90	9,13	4,01	0,38	10,6
B ₂ : C _v B _{v2}	20	sub	sL	0,247	7,10	24,85	1,60	0,18	8,9

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,086	-
0-10 cm	4,360	4,274
0-30 cm	8,979	8,893
0-50 cm	10,369	10,283
30-50 cm	-	1,390

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,004	-
0-10 cm	0,360	0,356
0-30 cm	0,759	0,754
0-50 cm	0,897	0,893
30-50 cm	-	0,139

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,8 %
0-10 cm Tiefe	41,2 %
10-30 cm Tiefe	44,6 %
30-50 cm Tiefe	13,4 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,4 %
0-10 cm Tiefe	39,6 %
10-30 cm Tiefe	44,4 %
30-50 cm Tiefe	15,5 %

Tabelle 17: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : Lehmrendzina aus Jungmoräne

Profil : 2
Höhe : 1.180 m
Neigung: 18°

Datum : 1.9.76
Exposition : WSW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,266	5,45	43,68	2,05	21,3

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Porenvolumen im A_h: 55,5 %
pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	17	krü	L	0,421	6,00	0,99	6,16	0,76	8,1
B ₁ : (C _v)B _v	19	sub	L	0,417	6,60	2,49	2,49	0,22	11,3
B ₂ : B _v C _v	24	sub-sing	SL	0,392	7,40	72,62	0,64	0,07	9,1

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,116	-
0-10 cm	2,711	2,595
0-30 cm	5,878	5,762
0-50 cm	6,853	6,737
30-50 cm	-	0,974

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,005	-
0-10 cm	0,325	0,320
0-30 cm	0,668	0,663
0-50 cm	0,763	0,758
30-50 cm	-	0,094

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	1,7%
0-10 cm Tiefe	37,9%
10-30 cm Tiefe	46,2%
30-50 cm Tiefe	14,2%

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,6 %
0-10 cm Tiefe	41,9 %
10-30 cm Tiefe	45,0 %
30-50 cm Tiefe	12,4 %

Tabelle 18: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 3
 Höhe : 1.180 m
 Neigung: 18°

Datum : 5.9.76
 Exposition: WSW
 Geländeform: unt. Mittelhang

Bodenform : Lehmrendzina aus Jungmoräne

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,400	5,1	38,05	1,74	21,8

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht (kg/l)

Porenvolumen im A_h: 60,4 %

pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	12	krü	L	0,710	5,88	0,92	6,18	0,53	11,6
B ₁ : (C _v ^h)B _v	18	krü-sub	L	0,491	6,80	8,23	3,34	0,31	10,8
B ₂ : B _v C _v	30	brö-sing	LS	0,498	7,40	68,97	0,76	0,10	7,6

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,152	-
0-10 cm	4,540	4,388
0-30 cm	8,371	8,219
0-50 cm	9,127	8,975
30-50 cm	-	0,756

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,007	-
0-10 cm	0,384	0,377
0-30 cm	0,733	0,726
0-50 cm	0,833	0,826
30-50 cm	-	0,100

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	1,6 %
0-10 cm Tiefe	48,6 %
10-30 cm Tiefe	41,6 %
30-50 cm Tiefe	8,2 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,8 %
0-10 cm Tiefe	45,3 %
10-30 cm Tiefe	41,9 %
30-50 cm Tiefe	12,0 %

Tabelle 19: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 4
Höhe : 1.180 m
Neigung: 18°

Datum : 5.9.76
Exposition : WSW
Geländeform: unt. Mittelhang

Bodenform : Lehmrendzina aus Jungmoräne

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,300	5,7	40,75	1,90	21,45

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Porenvolumen im A_h: 57,6 %

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	16	krü	L	0,577	6,22	0,54	9,83	0,86	11,4
B ₁ : C _v B _v	17	krü-brö.	L-sL	0,332	7,10	11,17	3,02	0,31	9,7
B ₂ : B _v C _v	37	brö-sing	lS	0,292	7,19	19,62	1,31	0,14	9,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,122	-
0-10 cm	5,794	5,672
0-30 cm	10,603	10,481
0-50 cm	11,553	11,431
30-50 cm	-	0,950

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,006	-
0-10 cm	0,502	0,496
0-30 cm	0,943	0,937
0-50 cm	1,044	1,038
30-50 cm	-	0,101

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	1,0 %
0-10 cm Tiefe	49,2 %
10-30 cm Tiefe	41,6 %
30-50 cm Tiefe	8,2 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,6 %
0-10 cm Tiefe	47,5 %
10-30 cm Tiefe	42,9 %
30-50 cm Tiefe	9,0 %

Tabelle 20: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : Lehrendzina aus Jungmoräne

Profil : 5
Höhe : 1.180 m
Neigung : 18°

Datum : 5.9.76
Exposition : WSW
Geländeform : unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,400	5,70	40,55	2,09	19,4

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 75 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 55,8%		C/N
							% C	% N	
A : A _h	8	krü	LS	0,385	7,00	43,72	9,22	0,71	13,0
B ₁ : B _v C _v 1	20	brö-sing	LS	0,641	7,30	69,77	1,10	0,30	3,7
B ₂ : B _v C _v 2	47	brö-sing	S	0,329	7,29	70,56	1,02	0,11	9,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,152	-
0-10 cm	3,119	2,967
0-30 cm	4,369	4,217
0-50 cm	5,093	4,941
30-50 cm	-	0,724

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	3,0 %
0-10 cm Tiefe	58,3 %
10-30 cm Tiefe	24,5 %
30-50 cm Tiefe	14,2 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,008	-
0-10 cm	0,226	0,218
0-30 cm	0,618	0,509
0-50 cm	0,690	0,682
30-50 cm	-	0,072

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	1,2 %
0-10 cm Tiefe	31,7 %
10-30 cm Tiefe	56,7 %
30-50 cm Tiefe	10,4 %

Tabelle 21:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Gotzentalm, Vergleichsfläche Wald		
Bestand: Fichten-Stangenholz mit wenig Lärche		
Höhe: 1.180 m	Neigung: 18°	Exposition: SWW
Artenzahl: 13	Deckung: 100 %	
Aufnahmefläche: 15 m ²	Aufnahmedatum: 6.9.76/18.8.77	
Schicht: B ₁	Höhe: 40 m	Deckung: 10 %
+ Larix decidua (+ Picea abies)		
Schicht: B ₂	Höhe: 13 m	Deckung: 90 %
5.1 Picea abies + Larix decidua		
Schicht: Str	Höhe: 1,5 m	Deckung: kl. 10 %
+ Picea abies		
Schicht: K		Deckung: kl. 10 %
+ Maianthemum bifolium		
+ Viola reichenbachiana		
+ Mercurialis perennis		
+ Oxalis acetosella		
+ Solidago virgaurea		
+ Geranium robertianum		
+ Polygonatum verticillatum		
+ Lamiastrum montanum		
+ Dryopteris dilatata		
+ Vaccinium myrtillus		
+ Ajuga reptans		

Tabelle 22: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche: Wald

Bodenform: Lehmrendzina aus Jungmoräne

Profil : 1
 Höhe : 1.180 m
 Neigung : 18°

Datum : 1.9.76
 Exposition : WSW
 Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform: F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,500	4,50	44,18	1,35	32,7
F	1,0	1,466	4,80	29,21	1,27	23,0
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe: 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 60 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	13	krü	L	0,593	6,20	1,39	7,75	0,52	14,9
B ₁ : (A _h)B _v	15	krü-sub	L	0,173	6,82	6,68	4,22	0,30	14,1
B ₂ : C _v B _v	32	sub-brö	sL	0,251	7,10	29,68	1,42	0,13	10,9

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,649	-
0-10 cm	5,247	4,598
0-30 cm	7,791	7,142
0-50 cm	8,503	7,854
30-50 cm	-	0,712

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	7,6 %
0-10 cm Tiefe	54,1 %
10-30 cm Tiefe	29,9 %
30-50 cm Tiefe	8,4 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,026	-
0-10 cm	0,334	0,308
0-30 cm	0,510	0,485
0-50 cm	0,575	0,549
30-50 cm	-	0,064

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	4,5 %
0-10 cm Tiefe	53,6 %
10-30 cm Tiefe	30,7 %
30-50 cm Tiefe	11,2 %

Tabelle 23: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 2
Höhe : 1.180 m
Neigung: 18°

Datum 1.9.76
Exposition: WSW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,400	4,05	45,96	1,41	32,6
F	1,0	1,366	4,55	39,25	1,42	27,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _h : 63,4 %				
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	12	krü	sL	0,236	6,32	6,84	14,13	0,86	16,4
B ₁ : C _v ^h B _v	20	brö-sub	SL	0,271	7,25	55,85	3,51	0,31	11,3
B ₂ : (B _v)C _v	28	brö-sing	LS	0,370	7,90	93,64	0,50	0,04	12,5

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,720	-
0-10 cm	4,055	3,335
0-30 cm	6,436	5,716
0-50 cm	6,959	6,239
30-50 cm	-	0,483

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,025	-
0-10 cm	0,228	0,203
0-30 cm	0,420	0,395
0-50 cm	0,463	0,438
30-50 cm	-	0,043

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	11,0 %
0-10 cm Tiefe	47,9 %
10-30 cm Tiefe	34,2 %
30-50 cm Tiefe	6,9 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	5,4 %
0-10 cm Tiefe	43,8 %
10-30 cm Tiefe	41,4 %
30-50 cm Tiefe	9,4 %

Tabelle 24: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : Lehmrendzina aus Jungmoräne

Profil : 3
 Höhe : 1.180 m
 Neigung : 18°

Datum : 6.9.76
 Exposition : WSW
 Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : F-Mull-Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,566	3,65	45,83	1,34	34,2
F	1,5	0,900	4,20	39,93	1,54	25,9
H	0,5	1,200	4,20	26,58	1,24	21,4

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 65 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gerüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _h : 61,0 %				
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	12	krü	L	0,467	6,30	0,94	5,73	0,38	15,1
B ₁ : (C _v)B _{v1}	17	sub-pol	L	0,723	6,70	2,58	3,90	0,30	13,0
B ₂ : (C _v)B _{v2}	36	sub	L	0,540	6,93	7,26	2,72	0,24	11,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,937	-
0-10 cm	3,615	2,678
0-30 cm	9,093	8,156
0-50 cm	12,029	11,092
30-50 cm	-	2,936

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	7,8 %
0-10 cm Tiefe	22,3 %
10-30 cm Tiefe	45,5 %
30-50 cm Tiefe	24,4 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,037	-
0-10 cm	0,215	0,178
0-30 cm	0,632	0,595
0-50 cm	0,890	0,853
30-50 cm	-	0,258

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	4,2 %
0-10 cm Tiefe	20,0 %
10-30 cm Tiefe	46,9 %
30-50 cm Tiefe	29,0 %

Tabelle 25: Probefläche Gotzentalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform: Lehmrendzina aus Jungmoräne

Profil : 4
 Höhe : 1.180 m
 Neigung : 18°

Datum : 6.9.76
 Exposition: WSW
 Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,567	3,50	46,50	1,34	34,7
F	1,5	1,400	5,00	43,92	1,46	30,6
H	0,5	1,667	5,25	36,48	1,60	22,8

M i n e r a l b o d e n
 Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _h : 60,1 %				
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	14	krü	L	0,547	6,28	2,95	12,01	0,66	18,2
B ₁ : (C _v ^h)B _v	16	sub	L	0,300	6,98	13,76	6,54	0,45	14,5
B ₂ : C _v B _v	30	sub-sing	L-LS	0,293	7,20	54,43	3,50	0,23	15,2

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,487	-
0-10 cm	8,061	6,574
0-30 cm	13,836	12,349
0-50 cm	15,886	14,399
30-50 cm	-	2,050

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	9,4 %
0-10 cm Tiefe	41,4 %
10-30 cm Tiefe	36,4 %
30-50 cm Tiefe	12,9 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,055	-
0-10 cm	0,416	0,361
0-30 cm	0,776	0,721
0-50 cm	0,910	0,855
30-50 cm	-	0,134

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	6,0 %
0-10 cm Tiefe	39,6 %
10-30 cm Tiefe	39,6 %
30-50 cm Tiefe	14,7 %

Tabelle 26:

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : Lehmrendzina aus Jungmoräne

Profil : 5
 Höhe : 1.180 m
 Neigung : 18°

Datum : 6.9.76
 Exposition : WSW
 Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,600	4,20	47,33	1,29	36,7
F	2,0	1,533	4,55	42,31	1,53	27,6
H	1,5	2,693	4,45	33,09	1,41	27,5

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _n : 63,0 %		
							% C	% N	C/N
A : A _n	8	krü	L	0,317	6,38	4,01	7,77	0,47	16,5
B ₁ : (C _v ^h)B _v	27	sub-pol	L	0,365	6,80	6,24	4,94	0,32	15,4
B ₂ : B _v C _v	33	brö-sing	SL	0,339	7,20	63,51	2,36	0,18	13,1

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,804	-
0-10 cm	4,132	2,328
0-30 cm	7,435	5,632
0-50 cm	9,035	7,231
30-50 cm	-	1,600

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,680	-
0-10 cm	0,210	0,142
0-30 cm	0,427	0,359
0-50 cm	0,549	0,481
30-50 cm	-	0,122

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	25,8 %
10-30 cm Tiefe	36,6 %
30-50 cm Tiefe	17,7 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	25,9 %
10-30 cm Tiefe	39,5 %
30-50 cm Tiefe	22,2 %

Tabelle 27: Probefläche Büchsenalm

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied (%)
	Alm	Wald		
Gewicht A (kg/l)	0,52	0,45	n.s.	+ 15,6
" B ₁ (kg/l)	0,43	0,37	"	+ 16,2
" B ₂ (kg/l)	0,44	0,39	"	+ 12,8
Porenvolumen (%)	58,5	61,5	"	- 4,9
Kohlenstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,1	1,6	-	- 93,8
0-10 cm Tiefe mit Auflage	3,9	6,5	*	- 40,0
0-10 cm " ohne "	3,8	4,8	n.s.	- 20,8
0-30 cm " mit "	8,4	12,8	*	- 34,4
0-30 cm " ohne "	8,3	11,2	n.s.	- 25,9
0-50 cm " mit "	10,4	15,6	**	- 33,3
0-50 cm " ohne "	10,4	14,0	*	- 25,7
10-30 cm "	3,9	5,6	n.s.	- 30,4
30-50 cm "	2,0	2,5	"	- 20,0
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	0,8	12,4	-	- 93,5
0-10 cm Tiefe (%)	38,3	30,0	*	+ 27,7
10-30 cm " (%)	39,9	39,6	n.s.	+ 0,8
30-50 cm " (%)	20,4	18,0	"	+ 13,3
Stickstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,01	0,06	-	- 83,3
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,30	0,34	n.s.	- 11,8
0-10 cm " ohne "	0,29	0,28	"	+ 3,6
0-30 cm " mit "	0,63	0,74	"	- 14,9
0-30 cm " ohne "	0,63	0,69	"	- 8,7
0-50 cm " mit "	0,83	0,95	"	- 12,6
0-50 cm " ohne "	0,82	0,90	"	- 8,9
10-30 cm "	0,34	0,40	"	- 15,0
30-50 cm "	0,20	0,21	"	- 4,8
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	0,6	6,7	-	- 91,0
0-10 cm Tiefe (%)	36,3	28,9	n.s.	+ 25,6
10-30 cm " (%)	39,8	42,4	"	- 6,1
30-50 cm " (%)	23,4	22,0	"	+ 6,2

Tabelle 28:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Büchsenalm, Vergleichsfläche Alm		
Bestand: montane Saumgesellschaft		
Höhe: 1.150 m	Neigung: 36°	Exposition: ONO
Artenzahl: 56	Deckung: 100 %	
Aufnahme­fläche: 10 m ²	Aufnahmedatum: 20.9.76/18.8.77	
Schicht: K	Deckung: 100 %	
2.3 Dactylis glomerata	+ .2	Trifolium pratense
	+ .2	Rosa spez.
2.2 Molinia coerulea	+ .2	Alchemilla vulgaris
2.2 Calamagrostis varia	+ .2	Polygala chamaebuxus
2.2 Origanum vulgare	+ .2	Rhytidiadelphus squarosus
2.2 Rhinanthus aristatus	+ .2	Mnium punctatum
2.2 Galium mollugo		
2.2 Potentilla erecta	+	Anthoxanthum odoratum
	+	Achillea millefolium
1.2 Festuca rubra	+	Hypericum maculatum
1.2 Agrostis tenuis	+	Prunella vulgaris
1.2 Carex ferruginea	+	Plantago lanceolata
1.2 Carex flacca	+	Sorbus aucuparia
1.2 Aconitum napellus	+	Gymnadenia conopsea
1.2 Gentiana asclepiadea	+	Helianthemum grandiflorum
1.2 Lysimachia nemorum	+	Calamintha alpina
1.2 Lotus corniculatus	+	Sorbus aria
1 Calamintha clinopodium	+	Carlina acaulis
1. Mercurialis perennis	+	Viola canina
1.2 Rhytidiadelphus triquetrus	+	Phyteuma orbiculare
	+	Trifolium repens
1.1 Briza media	+	Ajuga reptans
1.1 Carex pallescens	+	Viola hirta
1.1 Carex flacca	+	Scabiosa lucida
1.1 Senecio fuchsii	+	Acer pseudoplatanus
1.1 Euphorbia cyparissias	+	Thuidium tamariscifolium
1.1 Pimpinella major		
1.1 Centaurea jacea		
1.1 Carduus defloratus		
1.1 Ranunculus nemorosus		
1.1 Asarum europaeum		
1.1 Maianthemum bifolium		
1.1 Fragaria vesca		
1.1 Picea abies		

Tabelle 29: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 1
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36 °

Datum : 15.8.76
 Exposition : ONO
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina)-Lehm-
 rendzina aus Jungmoräne und Kieselkalcken

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,467	5,7	37,70	1,57	24,0

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _{1h} : 57 %		C/N
							% C	% N	
A : A _h	11	krü	L	0,494	5,80	0,63	8,04	0,53	15,2
B ₁ : C _v B _v	13	sub	L	0,443	6,70	2,74	3,88	0,36	10,8
B ₂ : B _v C _v	36	sub-brö	sL	0,535	7,20	26,89	2,36	0,23	10,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,176	-
0-10 cm	4,145	3,969
0-30 cm	7,535	7,359
0-50 cm	10,059	9,883
30-50 cm	-	2,524

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	1,7 %
0-10 cm Tiefe	39,5 %
10-30 cm Tiefe	33,7 %
30-50 cm Tiefe	25,0 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,007	-
0-10 cm	0,274	0,267
0-30 cm	0,581	0,574
0-50 cm	0,827	0,820
30-50 cm	-	0,246

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,8 %
0-10 cm Tiefe	32,3 %
10-30 cm Tiefe	37,1 %
30-50 cm Tiefe	29,7 %

Tabelle 30: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche: Alm

Bodenform: kolluviale (Pararendzina)-
Lehmrendzina aus Jungmoräne
und Kieselkalken

A u f l a g e

Profil : 2
Höhe : 1.150 m
Neigung : 36°

Datum : 16.8.76
Exposition : ONO
Geländeform: Mittelhang

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,200	5,70	41,75	1,48	28,2

Mineralboden

Aufschlußtiefe: 70 cm

Horizont Mächtigkeit
(cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht
(kg/l)

Porenvolumen im A_h: 60,0 %

pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	17	krü	L	0,455	5,82	0,74	7,16	0,62	11,6
B ₁ : B _v A _h	25	krü-sub	L	0,367	6,50	1,34	5,28	0,49	10,8
B ₂ : C _v B _v	28	brö-sub	sL	0,336	6,50	2,27	2,70	0,28	9,6

Kohlenstoffvorrat (kg/m²)

Stickstoffvorrat (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,084	-	Auflage	0,003	-
0-10 cm	3,342	3,258	0-10 cm	0,285	0,282
0-30 cm	8,143	8,059	0-30 cm	0,716	0,713
0-50 cm	11,195	11,111	0-50 cm	1,026	1,023
30-50 cm	-	3,052	30-50 cm	-	0,309

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage 0,8 %
0-10 cm Tiefe 29,1 %
10-30 cm Tiefe 42,9 %
30-50 cm Tiefe 27,3 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage 0,3 %
0-10 cm Tiefe 27,5 %
10-30 cm Tiefe 42,1 %
30-50 cm Tiefe 30,1 %

Tabelle 31: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil: 3
 Höhe : 1.150 m
 Neigung: 36°

Datum: 16.8.76
 Exposition: ONO
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina) -
 Lehmrendzina aus Jungmoräne und Kiesel-
 kalken

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,333	5,50	38,68	1,63	23,7

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 50 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 57,0 % % C	% N	C/N
A : A _h	10	krü-sub	L	0,540	5,50	0,27	4,64	0,43	10,8
B ₁ : B _V	10	sub	sL	0,413	7,00	3,22	2,30	0,26	8,8
B ₂ : C _V B _V	30	sub-brö	sL	0,540	7,30	26,42	1,28	0,13	9,8

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,129	-	Auflage	0,005	-
0-10 cm	2,537	2,408	0-10 cm	0,237	0,232
0-30 cm	4,177	4,048	0-30 cm	0,414	0,409
0-50 cm	5,559	5,430	0-50 cm	0,554	0,549
30-50 cm	-	1,382	30-50 cm	-	0,140

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
 der Auflage 2,3 %
 0-10 cm Tiefe 43,3 %
 10-30 cm Tiefe 29,5 %
 30-50 cm Tiefe 24,9 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
 der Auflage 0,9 %
 0-10 cm Tiefe 41,9 %
 10-30 cm Tiefe 31,0 %
 30-50 cm Tiefe 25,3 %

Tabelle 32: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 4
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36°

Datum : 16.8.76
 Exposition : ONO
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina) -
 Lehmrendzina aus Jungmoräne und Kieselkalken

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,266	5,50	38,26	1,44	26,6

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 65 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 60,1 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	20	krü	L	0,552	5,50	0,38	7,58	0,65	11,7
B ₁ : C _v ^h B _v	24	brö-sub	sL	0,538	6,40	1,32	2,23	0,22	10,1
B ₂ : B _v C _v	25	brö-sing	sL	0,494	7,10	12,42	1,76	0,17	10,4

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,102	-	Auflage	0,004	-
0-10 cm	4,286	4,184	0-10 cm	0,363	0,359
0-30 cm	9,417	9,315	0-30 cm	0,840	0,836
0-50 cm	11,265	11,163	0-50 cm	1,055	1,051
30-50 cm	-	1,847	30-50 cm	-	0,215

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,9 %
0-10 cm Tiefe	37,1 %
10-30 cm Tiefe	45,5 %
30-50 cm Tiefe	16,4 %

der Auflage	0,3 %
0-10 cm Tiefe	34,0 %
10-30 cm Tiefe	45,2 %
30-50 cm Tiefe	20,4 %

Tabelle 33: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Alm

Profil : 5
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36°

Datum : 16.8.76
 Exposition : ONO
 Geländeform : Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina) -
 Lehrendzina aus Jungmoräne und Kieselkalken

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,300	5,98	39,56	1,60	24,7

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH	% CaCO ₃	im A _h : 56,2 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	19	krü	L	0,551	5,00	0,53	7,05	0,57	12,5
B ₁ : (C _v)B _v	17	sub	sL	0,608	5,70	0,60	1,32	0,11	12,0
B ₂ : B _v C _v	24	sub-sing	SL	0,298	7,35	52,85	0,75	0,08	9,4

K o h l e n s t o f f v o r r a t

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,119	-
0-10 cm	4,004	3,885
0-30 cm	8,383	8,264
0-50 cm	9,177	9,058
30-50 cm	-	0,795

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	1,3 %
0-10 cm Tiefe	42,3 %
10-30 cm Tiefe	47,7 %
30-50 cm Tiefe	8,7 %

S t i c k s t o f f v o r r a t

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,005	-
0-10 cm	0,319	0,314
0-30 cm	0,612	0,607
0-50 cm	0,686	0,631
30-50 cm	-	0,074

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	0,7 %
0-10 cm Tiefe	45,8 %
10-30 cm Tiefe	42,7 %
30-50 cm Tiefe	10,7 %

Tabelle 34:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Büchsenalm, Vergleichsfläche Wald		
Bestand: Fichten-Baumholz mit wenig Lärche, einzelne Überhälter		
Höhe: 1.150 m Artenzahl: 10 Aufnahmefläche: 20 m ²	Neigung: 36° Deckung: 80 % Aufnahmedatum: 20.9.76/18.8.77	Exposition: ONO
Schicht: B ₁ 1.1 Picea abies	Höhe: 40 m	Deckung: 10 %
Schicht: B ₂ 3.1 Picea abies 1.1 Larix europaea	Höhe: 20 m	Deckung: 50 %
Schicht: B ₂ 1.1 Picea abies + Larix europaea + Sorbus aucuparia	Höhe: 5 m	Deckung: 10 %
Schicht: Str. 1.1 Picea abies	Höhe: 1,5 m	Deckung: 10 %
Schicht: K + Mercurialis perennis + Oxalis acetosella + Polygonatum verticillatum + Dryopteris dilatata		Deckung: kl. 10 % + Paris quadrifolia + Asarum europaeum + Calamagrostis varia

Tabelle 35: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 1
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36°

Datum : 15.8.76
 Exposition : ONO
 Geländeform : Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina) -
 Lehmrendzina aus Jungmoräne und Kieselkalken

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,700	4,17	42,34	0,96	44,1
F	2,5	3,566	4,70	35,29	1,18	29,9
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 58,0 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	15	krü	L	0,495	6,20	0,86	11,44	0,69	16,6
B ₁ : (B _v)A _h	13	krü-sub	L	0,722	6,50	1,36	5,99	0,44	13,6
B ₂ : C _v B _v	32	brö-sub	sL	0,433	6,90	5,73	2,77	0,23	12,0

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,577	-
0-10 cm	7,236	5,659
0-30 cm	15,927	14,350
0-50 cm	18,345	16,768
30-50 cm	-	2,418

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,048	-
0-10 cm	0,389	0,341
0-30 cm	0,992	0,944
0-50 cm	1,192	1,144
30-50 cm	-	0,200

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	30,8 %
10-30 cm Tiefe	47,4 %
30-50 cm Tiefe	13,2 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	28,6 %
10-30 cm Tiefe	50,6 %
30-50 cm Tiefe	16,8 %

Tabelle 36: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 2
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36°

Datum : 18.8.76
 Exposition : ONO
 Geländeform : Mittelhang

Bodenform: kolluviale (Pararendzina) -
 Lehmrendzina aus Jungmoräne und Kieselkalcken

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,533	4,25	46,50	1,05	44,3
F	2,5	5,233	2,82	24,69	0,99	24,9
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bo denart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 63,0 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	15	krü	L	0,347	3,72	0,39	5,95	0,34	17,5
B ₁ : B _v ^h	20	sub	L	0,479	6,33	1,34	2,28	0,17	13,4
B ₂ : C _v B _v	25	sub	sL	0,248	6,90	9,74	2,10	0,15	14,0

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,540	-
0-10 cm	3,605	2,065
0-30 cm	6,275	4,735
0-50 cm	7,604	6,064
30-50 cm	-	1,329

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,058	-
0-10 cm	0,176	0,118
0-30 cm	0,358	0,300
0-50 cm	0,454	0,396
30-50 cm	-	0,096

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	27,2 %
10-30 cm Tiefe	35,1 %
30-50 cm Tiefe	17,4 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	26,0 %
10-30 cm Tiefe	40,0 %
30-50 cm Tiefe	21,2 %

Tabelle 38: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 4
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36°

Datum : 18.8.76
 Exposition: ONO
 Geländeform: Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina) -
 Lehmrendzina aus Jungmoräne und Kieselkalken

A u f l a g e

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,633	4,70	44,98	1,28	35,1
F	2,5	3,533	4,15	30,05	1,22	24,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 60,3 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	18	krü	L	0,514	6,50	8,88	9,79	0,67	14,6
B ₁ : C _v B _v	17	sub	sL	0,662	7,00	45,55	2,63	0,21	12,5
B ₂ : B _v C _v	25	sing	lS	0,440	7,20	55,83	2,16	0,16	13,5

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,377	-
0-10 cm	6,406	5,029
0-30 cm	12,519	11,142
0-50 cm	14,815	13,438
30-50 cm	-	2,296

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	9,3 %
0-10 cm Tiefe	33,9 %
10-30 cm Tiefe	41,3 %
30-50 cm Tiefe	15,5 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,051	-
0-10 cm	0,395	0,344
0-30 cm	0,837	0,786
0-50 cm	1,012	0,961
30-50 cm	-	0,174

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	5,0 %
0-10 cm Tiefe	34,0 %
10-30 cm Tiefe	43,7 %
30-50 cm Tiefe	17,2 %

Tabelle 39: Probefläche Büchsenalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 5
 Höhe : 1.150 m
 Neigung : 36°

Datum : 18.8.76
 Exposition : ONO
 Geländeform : Mittelhang

Bodenform : kolluviale (Pararendzina) -
 Lehmrendzina aus Jungmoräne und Kieselkalken

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,566	3,65	47,26	1,16	40,7
F	2,5	2,733	3,30	37,58	1,24	30,3
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _n : 57,1 %			C/N
							% ⁿ C	% N		
A : A _n	16	krü	L	0,413	6,58	3,03	7,42	0,51	14,6	
B ₁ : B _v	20	sub	L	0,554	6,80	1,64	3,83	0,31	12,4	
B ₂ : C _v B _v	24	sub-sing	SL	0,389	7,00	23,10	2,64	0,22	12,0	

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,294	-
0-10 cm	4,361	3,067
0-30 cm	9,499	8,205
0-50 cm	12,352	11,058
30-50 cm	-	2,852

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,040	-
0-10 cm	0,251	0,211
0-30 cm	0,631	0,591
0-50 cm	0,860	0,820
30-50 cm	-	0,229

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	24,8 %
10-30 cm Tiefe	41,6 %
30-50 cm Tiefe	23,1 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	24,5 %
10-30 cm Tiefe	44,2 %
30-50 cm Tiefe	26,6 %

Tabelle 40: Probefläche Wasserfallalm

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied (%)
	Alm	Wald		
Gewicht A (kg/l)	0,45	0,32	**	+ 40,6
" B1 (kg/l)	0,38	0,28	n.s.	+ 35,7
" B2 (kg/l)	0,32	0,25	"	+ 28,0
Porenvolumen (%)	54,2	63,5	***	- 14,6
Kohlenstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	-	1,5	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	5,75	5,65	n.s.	+ 1,8
0-10 cm " ohne "	5,75	4,98	*	+ 15,5
0-30 cm " mit "	10,3	10,2	n.s.	+ 1,0
0-30 cm " ohne "	10,3	8,8	"	+ 17,0
0-50 cm " mit "	11,8	12,0	"	- 1,7
0-50 cm " ohne "	11,8	10,5	"	+ 12,4
10-30 cm "	4,6	4,6	"	- 0,0
30-50 cm "	1,5	1,8	"	- 16,7
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	0,0	11,8	-	-
0-10 cm Tiefe (%)	50,5	35,6	*	+ 41,9
10-30 cm " (%)	37,6	38,1	n.s.	- 1,3
30-50 cm " (%)	11,8	14,4	"	- 18,1
Stickstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,0	0,05	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,48	0,31	**	+ 54,8
0-10 cm " ohne "	0,48	0,26	***	+ 84,6
0-30 cm " mit "	0,88	0,69	*	+ 27,5
0-30 cm " ohne "	0,88	0,64	**	+ 37,5
0-50 cm " mit "	1,03	0,85	n.s.	+ 21,2
0-50 cm " ohne "	1,03	0,80	"	+ 28,8
10-30 cm "	0,40	0,38	"	+ 5,3
30-50 cm "	0,16	0,16	"	± 0,0
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	0,0	5,9	-	-
0-10 cm Tiefe (%)	47,8	31,6	*	+ 51,3
10-30 cm " (%)	38,1	43,9	n.s.	- 13,2
30-50 cm " (%)	14,1	18,6	"	- 24,2
Kohlenstoffvorrat im Idealprofil (kg/m ²)				
0-10 cm Tiefe mit Auflage	4,9	6,5	**	- 24,6
0-10 cm " ohne "	4,9	5,0	n.s.	- 2,0
0-30 cm " mit "	8,8	12,3	*	- 28,4
0-30 cm " ohne "	8,8	10,8	n.s.	- 18,5
0-50 cm " mit "	10,1	14,4	*	- 29,9
0-50 cm " ohne "	10,1	12,9	n.s.	- 21,7

Tabelle 41:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Wasserfallalm, Vergleichsfläche Alm	
Bestand: Prunello-Poetum alpinae	
Höhe: 1.220 m	Neigung: 22°
Artenzahl: 51	Exposition: NW
Deckung: 90 %	
Aufnahmefläche: 10 m ²	Aufnahmedatum: 20.9.76/26.8.77
Schicht: K	Deckung: 90 %
2.2 Cynosurus cristatus	+ .2 Agrostis stolonifera
2.2 Agrostis tenuis	+ .2 Gentiana asclepiadea
2.2 Festuca rubra	+ .2 Polygala chamaebuxus
2.2 Prunella vulgaris	+ .2 Galium anisophyllum
2.2 Leontodon hispidus	+ .2 Anthyllis alpestris
2.2 Trifolium pratense	+ .2 Homogyne alpina
	+ .2 Potentilla erecta
	+ .2 Dicranum undulatum
1.2 Dactylis glomerata	+ Carex caryophyllea
1.2 Poa alpina	+ Sesleria coerulea
1.2 Thymus polytrichus	+ Carex pallescens
1.2 Lotus corniculatus	+ Nardus stricta
1.2 Galium mollugo	+ Linum catharticum
1.2 Potentilla aurea	+ Campanula rotundifolia
1.2 Trifolium repens	+ Viola biflora
1.1 Anthoxanthum odoratum	+ Plantago montana
1.1 Briza media	+ Aconitum napellus
1.1 Carex flacca	+ Lysimachia nemorum
1.1 Carex ornithopoda	+ Trollius europaeus
1.1 Leucanthemum vulgare	+ Ctenidium molluscum
1.1 Aposeris foetida	+ Rhytidiadelphus squarrosus
1.1 Euphrasia nemorosa	+ Thiudium tamariscifol.
1.1 Phyteuma orbiculare	
1.1 Euphorbia cyparissias	
1.1 Rhinanthus aristatus	
1.1 Centaurea jacea	
1.1 Heracleum austriacum	
1.1 Pimpinella major	
1.1 Plantago media	
1.1 Alchemilla vulgaris	

Tabelle 42: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche: Alm

Bodenform : Lehmrendzina - Rendzina aus
Dachsteinkalkschutt

Profil : 1
Höhe : 1.220 m
Neigung : 22°

Datum 14.9.76
Exposition : NW
Geländeform : unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht (kg/l) Porenvolumen
pH % CaCO₃ im A_h: 51 %
% C % N C/N

A : A _h	12	krü	L	0,526	6,40	2,16	12,52	1,02	12,3
B ₁ : C _v B _v	12	sub	L	0,484	7,15	12,71	2,90	0,29	10,0
B ₂ : B _v C _v	36	sub-brö	sL	0,319	7,10	17,08	2,45	0,25	9,8

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-
0-10 cm	6,586	6,586
0-30 cm	10,056	10,056
0-50 cm	11,620	11,620
30-50 cm	-	1,564

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-
0-10 cm	0,537	0,537
0-30 cm	0,860	0,860
0-50 cm	1,020	1,020
30-50 cm	-	0,160

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage - %
0-10 cm Tiefe 56,7 %
10-30 cm Tiefe 29,9 %
30-50 cm Tiefe 13,4 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage - %
0-10 cm Tiefe 52,6 %
10-30 cm Tiefe 31,7 %
30-50 cm Tiefe 15,7 %

Tabelle 43: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform: Lehmrendzina - Rendzina aus
Dachsteinkalkschutt

Profil : 2
Höhe : 1.220 m
Neigung : 22°

Datum : 14.9.76
Exposition : NW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Porenvolumen % im A_h: 56,0 %
pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	18	krü	L	0,483	6,25	0,59	12,36	1,02	12,1
B ₁ : C _v ^h B _v	17	sub	sL	0,256	6,90	12,88	4,00	0,43	9,3
B ₂ : B _v C _v	25	brö-sing	LS	0,236	7,20	17,06	3,68	0,37	9,9

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-
0-10 cm	5,974	5,974
0-30 cm	11,982	11,982
0-50 cm	13,796	13,796
30-50 cm	-	1,814

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-
0-10 cm	0,488	0,488
0-30 cm	1,010	1,010
0-50 cm	1,195	1,195
30-50 cm	-	1,185

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage - %

0-10 cm Tiefe	43,3 %
10-30 cm Tiefe	43,5 %
30-50 cm Tiefe	13,1 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage - %

0-10 cm Tiefe	40,8 %
10-30 cm Tiefe	43,7 %
30-50 cm Tiefe	15,5 %

Tabelle 44: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche: Alm

Profil : 3
 Höhe : 1.220 m
 Neigung : 22°

Datum : 14.9.76
 Exposition : NW
 Geländeform : unt. Mittelhang

Bodenform: (Lehmrendzina) - Rendzina aus
 Dachsteinkalkschutt

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
------------------	------------------------------	----	-----	-----	-----

- - - - -

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe: 65 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht (kg/l)

Porenvolumen μ im A_h: 56,2 %
 pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	15	krü	L	0,443	6,30	1,02	12,45	1,06	11,7
B ₁ : B _v ^h C _v	15	sing-brö	lS	0,320	7,20	55,50	1,35	0,17	7,9
B ₂ : (B _v)C _v	35	sing-brö	lS	0,293	7,40	64,37	0,58	0,06	9,7

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-	Auflage	-	-
0-10 cm	5,519	5,519	0-10 cm	0,470	0,470
0-30 cm	8,926	8,926	0-30 cm	0,787	0,787
0-50 cm	9,266	9,266	0-50 cm	0,821	0,821
30-50 cm		0,340	30-50 cm		0,034

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage - %
 0-10 cm Tiefe 59,6 %
 10-30 cm Tiefe 36,8 %
 30-50 cm Tiefe 3,7 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage - %
 0-10 cm Tiefe 57,3 %
 10-30 cm Tiefe 38,6 %
 30-50 cm Tiefe 4,1 %

Tabelle 45: Probe­fläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : Lehmrendzina - Rendzina aus
Dachsteinkalkschutt

Profil : 4
Höhe : 1.220 m
Neigung: 22°

Datum : 14.9.76
Exposition: NW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont Mächtigkeit
(cm)

Gefüge Bodenart

Porenvolumen im A_h: 53,1 %
Gewicht pH % CaCO₃ % C % N C/N
(kg/l)

A : A _h	15	krü	L	0,412	6,00	0,88	13,73	1,16	11,8
B ₁ : C _v ^h B _v	15	sub-sing	sL	0,481	6,80	8,52	5,87	0,42	14,0
B ₂ : B _v C _v	30	brö-sing	lS	0,452	7,10	19,66	3,22	0,32	10,0

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-
0-10 cm	5,661	5,661
0-30 cm	12,726	12,726
0-50 cm	15,636	15,636
30-50 cm		2,910

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-
0-10 cm	0,466	0,466
0-30 cm	1,002	1,002
0-50 cm	1,292	1,292
30-50 cm		0,290

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage - %

0-10 cm Tiefe	36,2 %
10-30 cm Tiefe	45,2 %
30-50 cm Tiefe	18,6 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage - %

0-10 cm Tiefe	36,1 %
10-30 cm Tiefe	41,5 %
30-50 cm Tiefe	22,4 %

Tabelle 46: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : (Lehmrendzina) - Rendzina
aus Dachsteinkalkschutt

Profil : 5
Höhe : 1.220 m
Neigung: 22°

Datum : 14.9.76
Exposition : NW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
------------------	------------------------------	----	-----	-----	-----

- - - - -

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge Bodenart

Gewicht (kg/l)

Porenvolumen % im A_h: 54,1 %
pH % CaCO₃ % C % N C/N

A : A _h	13	krü	L	0,372	6,60	1,62	13,45	1,19	11,3
B ₁ : C _v ^h B _v	25	brö-sing	sL	0,382	7,10	30,95	2,04	0,25	8,2
B ₂ : B _v C _v	32	brö-sing	lS	0,286	7,30	61,54	0,76	0,09	8,4

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	-	-	Auflage	-	-
0-10 cm	5,008	5,008	0-10 cm	0,443	0,443
0-30 cm	7,834	7,834	0-30 cm	0,737	0,737
0-50 cm	8,719	8,719	0-50 cm	0,844	0,844
30-50 cm	-	0,884	30-50 cm	-	0,107

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage - %

0-10 cm Tiefe	57,4 %
10-30 cm Tiefe	32,4 %
30-50 cm Tiefe	10,1 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in der Auflage - %

0-10 cm Tiefe	52,4 %
10-30 cm Tiefe	34,9 %
30-50 cm Tiefe	12,7 %

Tabelle 47:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Wasserfallalm, Vergleichsfläche Wald		
Bestand: Fichten-Baumholz		
Höhe: 1.220 m	Neigung: 22°	Exposition: NW
Artenzahl: 11	Deckung: 70 %	
Aufnahmefläche: 15 m ²	Aufnahmedatum: 20.9.76/26.8.77	
Schicht: B ₁	Höhe: 30 m	Deckung: 60 %
4.1 Picea abies		
Schicht: B ₂	Höhe: 4 m	Deckung: 10 %
1.1 Picea abies		
Schicht: K	Deckung: kl. 10 %	
<ul style="list-style-type: none"> + Lamiastrum montanum + Aposeris foetida + Sanicula europaea + Oxalis acetosella + Veratrum album + Mercurialis perennis + Solidago virgaurea + Ajuga reptans + Viola biflor + Adenostyles alliariae 		

Tabelle 48: Probe­fläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : Lehmrendzina-Rendzina aus
Dachsteinkalkschutt

Profil : 1
Höhe : 1.220 m
Neigung : 22°

Datum : 18.9.76
Exposition : NW
Geländeform : unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,700	4,15	48,92	1,22	40,1
F	1,5	1,800	5,25	36,66	1,48	24,8
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	Porenvolumen % % CaCO ₃	im A _h : 63,0 % % C % N C/N		
A : A _h	14	krü	L	0,365	5,90	1,59	15,24	1,01	15,1
B ₁ : C _v B _v	18	brö	sL	0,264	7,05	19,10	4,31	0,36	12,0
B ₂ : B _v C _v	28	brö-sing	lS	0,253	7,10	59,03	1,45	0,12	12,1

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,002	-
0-10 cm	6,560	5,558
0-30 cm	10,604	9,602
0-50 cm	11,492	10,490
30-50 cm		0,888

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,035	-
0-10 cm	0,403	0,368
0-30 cm	0,702	0,667
0-50 cm	0,775	0,740
30-50 cm		0,073

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage		%
0-10 cm Tiefe	8,7	%
10-30 cm Tiefe	48,4	%
30-50 cm Tiefe	35,2	%
	7,7	%

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage		%
0-10 cm Tiefe	4,5	%
10-30 cm Tiefe	47,5	%
30-50 cm Tiefe	38,6	%
	9,4	%

Tabelle 49: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 2

Datum : 18.9.76

Bodenform : Lehmrendzina - Rendzina aus
Dachsteinkalkschutt

Höhe : 1.220 m

Exposition: NW

Neigung: 22°

Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,600	4,30	49,39	1,27	38,9
F	1,5	3,200	4,00	40,76	1,26	32,4
H	1,0	4,700	4,30	26,90	1,12	24,0

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 65 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	Porenvolumen im A _n : 61,0 % % CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	15	krü	L	0,362	5,70	1,52	12,68	0,77	16,5
B ₁ : C _v B _v	18	sub-brö	L	0,353	7,00	13,70	4,58	0,40	11,4
B ₂ : B _v C _v	32	brö	sL	0,311	7,20	31,52	2,68	0,25	10,7

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	2,730	-
0-10 cm	7,392	4,662
0-30 cm	12,148	9,418
0-50 cm	14,049	11,319
30-50 cm	-	1,901

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,095	-
0-10 cm	0,378	0,283
0-30 cm	0,731	0,636
0-50 cm	0,906	0,811
30-50 cm	-	0,175

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	33,2 %
10-30 cm Tiefe	33,8 %
30-50 cm Tiefe	13,5 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	31,2 %
10-30 cm Tiefe	39,0 %
30-50 cm Tiefe	19,3 %

Tabelle 50: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : Lehmrendzina - Rendzina
aus Dachsteinkalkschutt

Profil : 3
Höhe : 1.220 m
Neigung : 22°

Datum : 18.9.76
Exposition : NW
Geländeform : unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,700	4,48	46,48	1,30	35,8
F	1,5	2,000	4,20	41,91	1,64	25,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _h : 64 %				
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	15	krü	L	0,350	6,00	1,25	11,90	0,79	15,1
F _i : C _v B _v	20	sub-brö	sL	0,289	7,00	19,11	3,31	0,32	10,3
B ₂ : B _v C _v	35	brö-sing	lS	0,259	7,25	49,80	1,63	0,16	10,1

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,163	-
0-10 cm	5,332	4,169
0-30 cm	8,852	7,689
0-50 cm	9,929	8,766
30-50 cm	-	1,077

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in		
der Auflage	11,7	%
0-10 cm Tiefe	42,0	%
10-30 cm Tiefe	35,4	%
30-50 cm Tiefe	10,8	%

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,042	-
0-10 cm	0,319	0,277
0-30 cm	0,595	0,553
0-50 cm	0,700	0,658
30-50 cm	-	0,104

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	6,0 %
0-10 cm Tiefe	39,6 %
10-30 cm Tiefe	39,5 %
30-50 cm Tiefe	14,9 %

Tabelle 51: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Wald

Profil : 4

Datum : 18.9.76

Höhe : 1.220 m

Exposition : NW

Bodenform : Lehmrendzina - Rendzina aus
Dachsteinkalkschutt

Neigung : 22°

Geländeform : unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,600	4,20	52,14	1,30	40,1
F	1,5	2,200	4,35	44,35	1,50	29,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	Porenvolumen % CaCO ₃	im A _h : 63,0 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	23	krü	L	0,258	6,65	4,40	13,01	0,99	13,1
B ₁ : C _v B _{v1}	16	krü-sub	L	0,236	7,00	5,96	6,25	0,60	10,4
B ₂ : C _v B _{v2}	31	brö-sub	sL	0,194	7,20	16,17	5,02	0,50	10,1

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,289	-	Auflage	0,042	-
0-10 cm	4,641	3,352	0-10 cm	0,167	0,126
0-30 cm	9,922	8,633	0-30 cm	0,716	0,674
0-50 cm	12,183	10,894	0-50 cm	0,935	0,894
30-50 cm	-	2,261	30-50 cm	-	0,220

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	10,6 %
0-10 cm Tiefe	27,5 %
10-30 cm Tiefe	43,3 %
30-50 cm Tiefe	18,6 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	4,5 %
0-10 cm Tiefe	13,5 %
10-30 cm Tiefe	58,6 %
30-50 cm Tiefe	23,5 %

Tabelle 52: Probefläche Wasserfallalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : Lehmrendzina - Rendzina
auch Dachsteinkalkschutt

Profil : 5
Höhe : 1.220 m
Neigung: 22°

Datum : 18.9.76
Exposition : NW
Geländeform: unt. Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,700	4,80	44,08	1,26	35,0
F	1,5	2,200	4,68	34,27	1,32	26,0
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 70 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	Porenvolumen im A _h : 68,0 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	22	krü	L	0,249	6,45	1,62	13,16	0,98	13,4
B ₁ : C _v B _v 1	15	krü-sub	L	0,268	6,80	2,33	5,95	0,54	11,0
B ₂ : C _v B _v 2	33	brö-sub	sL	0,234	6,98	2,38	4,90	0,46	10,6

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,062	-
0-10 cm	4,339	3,277
0-30 cm	9,547	8,485
0-50 cm	12,155	11,093
30-50 cm	-	2,607

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	8,7 %
0-10 cm Tiefe	27,0 %
10-30 cm Tiefe	42,8 %
30-50 cm Tiefe	21,5 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,038	-
0-10 cm	0,282	0,244
0-30 cm	0,690	0,652
0-50 cm	0,931	0,893
30-50 cm	-	0,241

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	4,1 %
0-10 cm Tiefe	26,2 %
10-30 cm Tiefe	43,9 %
30-50 cm Tiefe	25,8 %

Tabelle 53: Probefläche Vogelhüttenalm

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied (%)
	Alm	Wald		
Gewicht A (kg/l)	0,77	0,56	**	+ 37,5
" B1 (kg/l)	0,79	0,79	n.s.	± 0,0
" B2 (kg/l)	0,75	0,83	"	- 9,6
Porenvolumen (%)	54,8	63,1	***	15,2
Kohlenstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,2	0,9	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	4,7	5,9	n.s.	- 20,3
0-10 cm " ohne "	4,5	5,0	"	- 10,0
0-30 cm " mit "	6,3	8,4	"	- 25,0
0-30 cm " ohne "	6,1	7,5	"	- 18,7
0-50 cm " mit "	7,4	10,4	*	- 28,8
0-50 cm " ohne "	7,2	9,5	n.s.	- 24,2
10-30 cm "	1,6	2,7	*	- 40,7
30-50 cm "	1,1	2,1	*	- 47,6
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	2,8	8,9	-	- 68,5
0-10 cm Tiefe (%)	60,7	45,8	***	+ 32,5
10-30 cm Tiefe (%)	21,4	25,8	**	- 17,1
30-50 cm " (%)	15,1	19,4	n.s.	- 22,2
Stickstoffvorrat (kg/m ²)				
Auflage	0,01	0,03	-	- 66,7
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,42	0,32	n.s.	+ 31,3
0-10 cm " ohne "	0,42	0,29	"	+ 44,8
0-30 cm " mit "	0,61	0,56	"	+ 8,9
0-30 cm " ohne "	0,61	0,53	"	+ 15,1
0-50 cm " mit "	0,75	0,77	"	- 2,6
0-50 cm " ohne "	0,74	0,74	"	± 0,0
10-30 cm "	0,19	0,24	"	- 20,8
30-50 cm "	0,14	0,21	"	- 33,3
Vom Gesamtvorrat entfallen auf				
die Auflage (%)	0,7	3,7	-	- 81,1
0-10 cm Tiefe (%)	55,7	37,8	**	+ 47,4
10-30 cm " (%)	25,2	31,6	**	- 20,3
30-50 cm " (%)	18,2	26,9	n.s.	- 32,3
Kohlenstoffvorrat im Idealprofil (kg/m ²)				
0-10 cm Tiefe mit Auflage	4,2	6,2	**	- 32,3
0-10 cm " ohne "	3,9	5,0	n.s.	- 22,0
0-30 cm " mit "	5,8	8,6	**	- 32,6
0-30 cm " ohne "	5,6	7,4	*	- 24,3
0-50 cm " mit "	7,0	10,3	*	- 32,0
0-50 cm " ohne "	6,8	9,2	*	- 26,1

Tabelle 54:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Vogelhüttenalm, Vergleichsfläche Alm	
Bestand: Polygalo-Nardetum in Beweidungsausbildung	
Höhe: 1210 m	Neigung: 27°
Artenzahl: 43	Exposition: NWW
Deckung: 100 %	
Aufnahmefläche: 10 m ²	Aufnahmedatum: 22.9.76/28.8.77
Schicht: K	Deckung: 100 %
3.2 Nardus stricta	+ Dactylis glomerata
	+ Carex flacca
2.2 Anthoxanthum odoratum	+ Poa alpina
2.2 Agrostis tenuis	+ Plantago lanceolata
	+ Euphorbia cyparissias
1.2 Cynosurus cristatus	+ Gymnadenia conopsea
1.2 Festuca rubra	+ Carlina acaulis
1.2 Potentilla erecta	+ Plantago media
1.2 Potentilla aurea	+ Aposeris foetida
1.2 Thymus pulegioides	+ Hieracium auricula
1.2 Rhytidadelphus squarrosus	+ Linum catharticum
	+ Polygala vulgaris
1.1 Briza media	+ Campanula rotundifolia
1.1 Sieglingia decumbens	+ Leontodon autumnalis
1.1 Carex pallescens	+ Solidago virgaurea
1.1 Centaurea jacea	+ Veronica chamaedrys
1.1 Pimpinella major	+ Trollius europaeus
1.1 Leucanthemum vulgare	
1.1 Achillea millefolium	
1.1 Lotus corniculatus	
1.1 Leontodon hispidus	
1.1 Alchemilla vulgaris	
1.1 Trifolium pratense	
1.1 Ranunculus nemorosus	
+ .2 Gentiana asclepiadea	
+ .2 Rhinanthus aristatus	
+ .2 Prunella vulgaris	
+ .2 Stellaria graminea	
+ .2 Lysimachia nemorum	

Tabelle 55: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 1
Höhe : 1.210 m
Neigung: 27°

Datum : 7.9.76
Exposition : NWW
Geländeform: Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,467	4,72	41,63	1,27	32,9

Mineralböden : schwache Marmorierung im Unterboden

Aufschlußtiefe : 60 cm

Porenvolumen im A_h: 51,4 %

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	8	krü	L	0,870	3,68	-	6,61	0,58	11,4
B ₁ : S _h B _{v1}	17	brö	L	0,935	3,62	0,77	0,84	0,10	8,4
B ₂ : S B _{v2}	35	brö	L	0,873	3,85	-	0,71	0,09	7,9

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²) S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,194	-	Auflage	0,006	-
0-10 cm	4,953	4,759	0-10 cm	0,428	0,422
0-30 cm	6,443	6,248	0-30 cm	0,608	0,602
0-50 cm	7,683	7,489	0-50 cm	0,759	0,753
30-50 cm	-	1,240	30-50 cm	-	0,156

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	2,5 %
0-10 cm Tiefe	62,0 %
10-30 cm Tiefe	19,4 %
30-50 cm Tiefe	16,1 %

der Auflage	0,8 %
0-10 cm Tiefe	55,7 %
10-30 cm Tiefe	23,7 %
30-50 cm Tiefe	19,9 %

Tabelle 56: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche: Alm

Bodenform: kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 2
 Höhe : 1.210 m
 Neigung : 27°

Datum : 7.9.76
 Exposition : NWW
 Geländeform : Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,667	5,30	37,84	1,27	29,8

Mineralboden : schwache Marmorierung im Unterboden

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _h : 54,1 %				
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	8	krü	L	0,821	3,42	0,24	7,90	0,71	11,1
B ₁ : S ^h B _{v1}	17	brö	L	0,832	3,28	0,23	1,43	0,15	9,5
B ₂ : SB _{v2}	35	brö	L	0,572	3,58	0,20	0,63	0,07	9,0

Kohlenstoffvorrat (kg/m²)

Stickstoffvorrat (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,252	-
0-10 cm	5,675	5,423
0-30 cm	7,640	7,388
0-50 cm	8,180	7,928
30-50 cm	-	0,540

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,008	-
0-10 cm	0,498	0,490
0-30 cm	0,706	0,698
0-50 cm	0,786	0,778
30-50 cm	-	0,080

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage		%
0-10 cm Tiefe	3,1	%
10-30 cm Tiefe	66,3	%
30-50 cm Tiefe	24,0	%
	6,6	%

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage		%
0-10 cm Tiefe	1,0	%
10-30 cm Tiefe	62,4	%
30-50 cm Tiefe	26,4	%
	10,2	%

Tabelle 57: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche: Alm

Profil: 3
Höhe: 1.210 m
Neigung: 27°

Datum: 8.9.76
Exposition: NWW
Geländeform: Mittelhang

Bodenform: kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,533	5,20	38,82	1,28	30,3

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe: 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH	% CaCO ₃	im A _h : 56,2 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	9	krü	L	0,698	3,63	-	6,71	0,62	10,8
B ₁ : B _{v1}	16	brö	L	0,760	3,55	0,26	1,06	0,13	8,2
B ₂ : B _{v2}	35	brö	L	0,723	3,83	-	0,82	0,05	16,4

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,207	-
0-10 cm	4,500	4,293
0-30 cm	6,006	5,799
0-50 cm	7,192	6,985
30-50 cm	-	1,186

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,007	-
0-10 cm	0,405	0,398
0-30 cm	0,573	0,566
0-50 cm	0,644	0,637
30-50 cm	-	0,071

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	59,7 %
10-30 cm Tiefe	20,9 %
30-50 cm Tiefe	16,5 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	61,8 %
10-30 cm Tiefe	26,1 %
30-50 cm Tiefe	11,0 %

Tabelle 58: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform: kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 4
 Höhe : 1.210 m
 Neigung : 27°

Datum : 8.9.76
 Exposition : NWW
 Geländeform : Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,333	4,75	41,08	1,15	35,7

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH	% CaCO ₃	im A _h : 55,5 %		
							% C ^h	% N	C/N
A : A _h	9	krü	L	0,802	3,50	-	4,64	0,42	11,0
B ₁ : B _{v1}	16	brö	L	0,725	3,28	-	0,88	0,11	8,0
B ₂ : B _{v2}	35	brö	L	0,948	3,19	0,19	0,59	0,10	5,9

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,137	-
0-10 cm	3,549	3,412
0-30 cm	4,786	4,649
0-50 cm	5,904	5,767
30-50 cm	-	1,118

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	2,3 %
0-10 cm Tiefe	57,8 %
10-30 cm Tiefe	20,9 %
30-50 cm Tiefe	18,9 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,004	-
0-10 cm	0,315	0,311
0-30 cm	0,482	0,478
0-50 cm	0,672	0,668
30-50 cm	-	0,190

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,6 %
0-10 cm Tiefe	46,3 %
10-30 cm Tiefe	24,9 %
30-50 cm Tiefe	28,2 %

Tabelle 59: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche : Alm

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 5
Höhe : 1.210 m
Neigung : 27°

Datum : 8.9.76
Exposition : NW
Geländeform : Mittelhang

A u f l a g e

Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
0,5	0,633	5,10	42,30	1,20	35,2

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 65 cm

Horizont Mächtigkeit (cm)

Gefüge

Bodenart

Dichte

Gewicht (kg/l)

Porenvolumen
pH % CaCO₃

im A_h: 56,3 %
% C % N C/N

A : A _h	9	krü	L		0,681	3,59	0,25	7,58	0,74	10,2
B ₁ : B _{v1}	16	brö	L		0,717	3,32	0,87	1,33	0,16	8,3
B ₂ : B _{v2}	40	brö	L		0,643	4,40	0,94	1,11	0,15	7,4

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,258	-
0-10 cm	5,011	4,743
0-30 cm	6,799	6,531
0-50 cm	8,227	7,959
30-50 cm	-	1,428

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,008	-
0-10 cm	0,473	0,465
0-30 cm	0,693	0,685
0-50 cm	0,885	0,877
30-50 cm	-	0,192

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	3,1 %
0-10 cm Tiefe	57,6 %
10-30 cm Tiefe	21,7 %
30-50 cm Tiefe	17,4 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	0,9 %
0-10 cm Tiefe	52,5 %
10-30 cm Tiefe	24,9 %
30-50 cm Tiefe	21,7 %

Tabelle 60:

V e g e t a t i o n

Probefläche: Vogelhüttenalm, Vergleichsfläche Wald		
Bestand: Fichtenbaum- und Stangenholz		
Höhe: 1.210 m	Neigung: 27°	Exposition: NWW
Artenzahl: 9	Deckung: 100 %	
Aufnahmefläche: 15 m ² Aufnahmedatum: 22.9.76/26.8.77		
Schicht: B ₁	Höhe: 20 m	Deckung: 70 %
4.1 Picea abies + Acer pseudoplatanus		
Schicht: B ₂	Höhe: 8 m	Deckung: 20 %
2.1 Picea abies + Acer pseudoplatanus		
Schicht: Str.	Höhe: 3 m	Deckung: 10 %
1.1 Picea abies		
Schicht: K		Deckung: kl. 10 %
+ Aposeris foetida + Oxalis acetosella + Sanicula europaea + Viola biflora + Veratrum album + Campanula trachelium + Symphytum tuberosum		

Tabelle 61: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche: Wald

Profil : 1
Höhe : 1.210 m
Neigung : 27°

Datum : 7.9.76
Exposition: NWW
Geländeform : Mittelhang

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

A u f l a g e

Humusform : rohhumusartiger Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	1,066	4,75	31,51	1,01	31,2
F	1,0	1,466	4,50	27,41	1,05	26,1
H	-	-	-	-	-	-

Mineralboden : sehr schwache Marmorierung im Unterboden

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH	% CaCO ₃	im A _h : 62 %		
							% C	% N	C/N
A : A _h	9	krü	L	0,554	4,34	0,36	7,92	0,50	15,8
B ₁ : (S ^h)B _{v1}	16	brö	L	0,632	3,90	0,19	1,67	0,15	11,1
B ₂ : (S) B _{v2}	35	brö	L	0,641	4,52	0,10	0,85	0,10	8,5

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,738	-
0-10 cm	4,794	4,056
0-30 cm	6,650	5,912
0-50 cm	7,738	7,000
30-50 cm	-	1,088

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,026	-
0-10 cm	0,284	0,258
0-30 cm	0,459	0,433
0-50 cm	0,587	0,561
30-50 cm	-	0,128

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	52,4 %
10-30 cm Tiefe	24,0 %
30-50 cm Tiefe	14,0 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in

der Auflage	%
0-10 cm Tiefe	44,1 %
10-30 cm Tiefe	29,7 %
30-50 cm Tiefe	21,8 %

Tabelle 62: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 2
Höhe : 1.210 m
Neigung : 27°

Datum : 7.9.76
Exposition : NWW
Geländeform : Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : rohhumus. artiger Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,800	4,25	35,20	1,01	34,8
F	0,5	1,300	5,05	23,15	0,93	24,9
H	-	-	-	-	-	-

Mineralboden : sehr schwache Marmorierung im Unterboden

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bo denart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _n : 64,0 %				
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N
A : A _h	9	krü	L	0,575	3,52	-	6,64	0,46	14,4
B ₁ : (S)B _{v1}	16	brö	L	0,784	4,00	0,17	1,43	0,14	10,2
B ₂ : (S)B _{v2}	35	brö	L	0,739	6,40	0,28	0,92	0,11	8,3

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage	Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,583	-	Auflage	0,022	-
0-10 cm	4,131	3,548	0-10 cm	0,276	0,248
0-30 cm	6,152	5,569	0-30 cm	0,476	0,454
0-50 cm	7,510	6,927	0-50 cm	0,638	0,616
30-50 cm	-	1.368	30-50 cm	-	0,162

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage 7,8 %
0-10 cm Tiefe 47,2 %
10-30 cm Tiefe 26,9 %
30-50 cm Tiefe 18,1 %

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in
der Auflage 3,4 %
0-10 cm Tiefe 39,0 %
10-30 cm Tiefe 32,2 %
30-50 cm Tiefe 25,4 %

Tabelle 63: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche: Wald

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 3
Höhe : 1.210 m
Neigung : 27°

Datum : 8.9.76
Exposition : NWW
Geländeform : Mittelhang

A u f l a g e

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	Moder pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,700	4,50	47,18	1,05	44,9
F	1,5	2,366	4,34	34,64	1,03	33,6
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen			im A _h : 64,1 %		
					pH	% CaCO ₃	% C	% N	C/N	
A : A _h	9	krü	L	0,624	3,90	0,19	8,92	0,54	16,5	
B ₁ : B _{v1} ^h	16	brö	L	0,758	3,70	0,12	0,99	0,12	8,3	
B ₂ : B _{v2}	35	brö	L	0,967	4,00	0,24	1,02	0,10	10,2	

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,150	-
0-10 cm	6,298	5,148
0-30 cm	9,082	7,932
0-50 cm	12,022	10,872
30-50 cm	-	2,940

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	9,6 %
0-10 cm Tiefe	42,8 %
10-30 cm Tiefe	23,2 %
30-50 cm Tiefe	24,4 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,031	-
0-10 cm	0,343	0,312
0-30 cm	0,527	0,496
0-50 cm	0,719	0,688
30-50 cm	-	0,192

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	4,3 %
0-10 cm Tiefe	43,4 %
10-30 cm Tiefe	25,6 %
30-50 cm Tiefe	26,8 %

Tabelle 64: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 4
Höhe : 1.210 m
Neigung : 27°

Datum : 8.9.76
Exposition : NWW
Geländeform : Mittelhang

A u f l a g e

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	Moder pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,733	3,65	40,26	1,13	35,6
F	1,5	2,833	3,19	31,23	1,03	30,4
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 60 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen pH	% CaCO ₃	im A _h : % C ^h	64,0 % % N	% C/N
A : A _h	9	krü	L	0,620	4,00	0,30	7,40	0,50	14,8
B ₁ : B _{v1}	16	brö	L	0,900	4,43	0,17	1,80	0,17	10,6
B ₂ : B _{v2}	35	brö	L	0,891	6,00	0,15	1,52	0,15	10,1

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	1,180	--
0-10 cm	5,471	4,291
0-30 cm	8,578	7,398
0-50 cm	11,286	10,106
30-50 cm	-	2,708

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	10,4 %
0-10 cm Tiefe	38,0 %
10-30 cm Tiefe	27,5 %
30-50 cm Tiefe	24,0 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,026	-
0-10 cm	0,197	0,171
0-30 cm	0,494	0,468
0-50 cm	0,762	0,736
30-50 cm	-	0,268

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	3,4 %
0-10 cm Tiefe	22,5 %
10-30 cm Tiefe	38,9 %
30-50 cm Tiefe	35,2 %

Tabelle 65: Probefläche Vogelhüttenalm

Vergleichsfläche : Wald

Bodenform : kolluviale oligotrophe Braunerde aus Kieselkalken

Profil : 5
Höhe : 1.210 m
Neigung: 27°

Datum : 8.9.76
Exposition : NWW
Geländeform: Mittelhang

A u f l a g e

Humusform : rohhumusartiger Moder

Lage	Mächtigkeit (cm)	Gewicht (kg/m ²)	pH	% C	% N	C/N
L	0,5	0,533	4,00	42,01	1,10	38,2
F	1,5	2,133	3,75	35,77	1,27	28,2
H	-	-	-	-	-	-

M i n e r a l b o d e n

Aufschlußtiefe : 65 cm

Horizont	Mächtigkeit (cm)	Gefüge	Bodenart	Gewicht (kg/l)	Porenvolumen im A _h : 64,5 %				
					pH	% CaCO ₃	% C ^h	% N	C/N
A : A _h	9	krü	L	0,410	3,49	0,26	9,81	0,66	14,9
B ₁ : B _{v1}	16	brö	L	0,903	3,90	0,21	2,37	0,21	11,3
B ₂ : B _{v2}	40	brö	L	0,897	5,09	0,22	1,26	0,16	7,9

K o h l e n s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,987	-
0-10 cm	7,630	6,643
0-30 cm	11,404	10,417
0-50 cm	13,664	12,677
30-50 cm	-	2,260

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	7,2 %
0-10 cm Tiefe	48,6 %
10-30 cm Tiefe	27,6 %
30-50 cm Tiefe	16,5 %

S t i c k s t o f f v o r r a t (kg/m²)

Profiltiefe	mit Auflage	ohne Auflage
Auflage	0,033	-
0-10 cm	0,484	0,451
0-30 cm	0,840	0,807
0-50 cm	1,128	1,095
30-50 cm	-	0,288

Vom Gesamtvorrat werden gespeichert in	
der Auflage	2,9 %
0-10 cm Tiefe	40,0 %
10-30 cm Tiefe	31,5 %
30-50 cm Tiefe	25,5 %

Tabelle 66: Vergleichsfläche Moosenalm 2

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied (%)
	Alm	Wald		
Kohlenstoffvorrat (kg/m²)				
Auflage	-	0,6	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	3,9	5,6	n.s.	- 30,4
0-10 cm " ohne "	3,9	5,0	"	- 22,0
0-30 cm " mit "	7,6	13,4	**	- 43,3
0-30 cm " ohne "	7,6	12,9	*	- 41,1
0-50 cm " mit "	10,4	15,1	*	- 31,1
0-50 cm " ohne "	10,4	14,5	*	- 28,3
Stickstoffvorrat (kg/m²)				
Auflage	-	0,02	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,35	0,24	*	+ 45,8
0-10 cm " ohne "	0,35	0,21	*	+ 66,7
0-30 cm " mit "	0,69	0,58	n.s.	+ 19,0
0-30 cm " ohne "	0,69	0,56	n.s.	+ 23,2
0-50 cm " mit "	0,93	0,87	"	+ 6,9
0-50 cm " ohne "	0,93	0,85	"	+ 9,4

Tabelle 67: Vergleichsfläche Kallbrunnalm

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied (%)
	Alm	Wald		
Kohlenstoffvorrat (kg/m²)				
0-10 cm Tiefe mit Auflage	3,2	5,0	***	- 36,0
0-30 cm " mit "	4,9	7,4	***	- 33,8
0-50 cm " mit "	5,6	9,0	***	- 37,8
Stickstoffvorrat (kg/m²)				
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,27	0,27	n.s.	± 0,0
0-30 cm " mit "	0,51	0,51	"	± 0,0
0-50 cm " mit "	0,61	0,66	"	- 7,6

Tabelle 68: Vergleichsfläche Roßalpe

Ergebnisse der Varianzanalyse

Variable	Durchschnittswert		Signifikanz	Unterschied (%)
	Alm	Latsche		
Kohlenstoffvorrat (kg/m ²) Auflage	0,0	0,4	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	3,5	4,4	n.s.	- 20,5
0-10 cm " ohne "	3,5	4,1	"	- 14,6
0-30 cm " mit "	6,0	6,5	"	- 7,7
0-30 cm " ohne "	6,0	6,1	"	- 1,6
0-50 cm " mit "	6,8	8,1	"	- 16,0
0-50 cm " ohne "	6,8	7,8	"	- 12,8
Stickstoffvorrat (kg/m ²) Auflage	-	0,02	-	-
0-10 cm Tiefe mit Auflage	0,24	0,27	n.s.	- 11,1
0-10 cm " ohne "	0,24	0,26	"	- 7,7
0-30 cm " mit "	0,47	0,54	"	- 13,0
0-30 cm " ohne "	0,47	0,53	"	- 11,3
0-50 cm " mit "	0,56	0,74	*	- 24,3
0-50 cm " ohne "	0,56	0,73	*	23,3

Tabelle 69 : Varianzanalytische Prüfung der Humus- und Stickstoffvorräte unterschiedlich genutzter Standorte im Lattengebirge

	Nutzung	kg C/m ² /50 cm		kg N/m ² /50 cm	
		mit Auflage	ohne Auflage	mit Auflage	ohne Auflage
<u>Moosenalm 1</u>					
R-Wert: 45651, H-Wert: 52799, 1400 m, NW, 10-15% Neigung, Kalkverwitterungslehm aus Gosauschichten	Wald (Fi,80-100J.) Lichtalm Differenz (%) Signifikanz	14,5 10,2 - 30 ***	12,7 10,2 - 20 **	0,797 0,867 + 9 n.s.	0,747 0,867 + 16 n.s.
<u>Moosenalm 2</u>					
R-Wert: 45649, H-Wert: 52801, 1400 m, S, 25% Neigung, Kalkverwitterungslehm aus Gosaukalken und -mergeln	Wald (Fi,Bu,A _h ,110J.) Lichtalm Differenz (%) Signifikanz	15,1 10,4 - 31 *	14,5 10,4 - 28 *	0,871 0,994 + 14 n.s.	0,852 0,934 + 10 n.s.
<u>Dalsen 1</u>					
R-Wert: 45656, H-Wert: 52815, 1210 m, SE, 53% Neigung, pseudovergleyter Kalkverwitterungs- lehm aus oberen Gosaumergeln	Wald (Fi,80-100J.) Lichtalm Differenz (%) Signifikanz	10,2 8,5 - 17 *	9,7 8,5 - 12 n.s.	0,973 0,973 0 n.s.	0,956 0,973 + 2 n.s.
<u>Anthauptenalm 1</u>					
R-Wert: 45641, H-Wert: 52825 1250 m, NE, 25% Neigung, Kalkverwitterungslehme aus Gosauhangschutt	Wald (Fi, 120J.) Kahlschlag (10J.) Lichtalm Diff.Kahlschl.-Alm(%) Signifikanz Diff.Wald-Alm(%) Diff.Wald-Kahlschl.(%)	13,6 7,8 10,2 + 30 ** - 25 - 43	- - - - - -	1,141 0,683 1,040 + 52 *** - 9 - 40	- - - - - -
<u>Lifttrasse Predigtstuhl</u>					
R-Wert: 45656, H-Wert: 52844 1360 m, W, 55-60% Neigung, flachgründige Rendzina aus Dachsteindolomit	Wald (Fi, Alt-Bu.) Kahlschlag (vor 15J.) Differenz (%) Signifikanz	6,1 5,0 -18 n.s.	5,9 4,9 - 17 n.s.	0,350 0,298 - 15 n.s.	0,345 0,298 - 14 n.s.
<u>Gröllberg 1</u>					
R-Wert: 45681, H-Wert: 52755 925 m, SW, 55% Neigung verlehnte Rendzina aus dolomit- reicher Moräne	Wald (Buche, 120J.) Mähwiese (ohne Dgg.) Differenz (%) Signifikanz	8,7 5,7 - 34 **	8,5 5,7 - 33 **	0,625 0,569 - 9 ***	0,615 0,569 - 8 n.s.

Tabelle 70 : Humus- und Stickstoffvorräte unterschiedlich genutzter Gebirgsböden im Lattengebirge

	Nutzung	kg C/m ² /50 cm		kg N/m ² /50 cm	
		+ org.Auflage	ohne Auflage	+org.Auflage	ohne Auflage
<u>Mordau</u>					
R-Wert: 45668, H-Wert: 52790	Wald (Fi, 50-60 J.)	5,3	-	0,346	-
1200 m, SE, 30% Neigung	Lichtalm	5,7	-	0,519	-
Rendzina aus Ramsadolomit-schutt	Differenz (%)	+ 7		+ 50	
<u>Mordau 2</u>					
R-Wert: 45666, H-Wert: 52790	Wald (Fi, 50-60J.)	9,0	-	0,531	-
1250 m, SE, 35% Neigung	Kahlschlag (vor 10J.)	3,8	-	0,329	-
Rendzina aus Ramsadolomit	Differenz (%)	-58,0		- 38	
<u>Pfaffental</u>					
R-Wert: 45664, H-Wert: 52776	Wald (Fi, 110 J.)	8,7	-	0,450	-
970 m, S, 10% Neigung	Lichtalm	7,5	-	0,650	-
Lehmrendzina aus Moräne	Differenz (%)	- 14		+ 44	
<u>Gröllberg 2</u>					
R-Wert: 45685, H-Wert: 52754	Wald (Fi, 25J.)	10,9	-	0,904	-
925 m, SW, 58% Neigung	Lichtalm	8,9	-	0,792	-
verlehnte Rendzina aus dolomit-reicher Moräne	Differenz (%)	- 18		- 12	
<u>Hochschwarzeck</u>					
R-Wert: 45683, H-Wert: 52762	Wald (Fi, 80J.)	8,6	-	0,595	-
1030 m, SW, 35% Neigung	Lichtalm	5,0	-	0,419	-
Rendzina aus Ramsadolomit	Differenz (%)	- 42		- 30	
<u>Toter Mann</u>					
R-Wert: 45685, H-Wert: 52769	Wald (Fi, 100J.)	7,4	-	0,430	-
1100 m, W, 52% Neigung ,	Kahlschlag (vor 10J.)	3,4	-	0,211	-
Rendzina aus Ramsadolomit	Differenz (%)	- 54		- 51	
<u>Lattenberg</u>					
R-Wert: 45658, H-Wert: 52791,	subalp. Wald (Fi)	7,1	-	0,381	-
1450 m, W, 42% Neigung,	Lichtalm	5,4	-	0,608	-
Rendzina aus Dachsteinkalk	Differenz (%)	- 24		+ 60	
<u>Moosen 3</u>					
R-Wert: 45652, H-Wert: 52801	Wald (Fi, 90J.)	26,6	-	1,786	-
1410 m, SE, 30% Neigung,	Lichtalm	10,0	-	0,918	-
Kalkverwitterungslehm aus Gosaumergel	Differenz (%)	- 62		- 49	
<u>Dalsen 2</u>					
R-Wert: 45655, H-Wert: 52814,	Wald (Fi, 30J.)	6,7	-	0,661	-
1250 m, E, 41% Neigung,	Lichtalm	5,5	-	0,725	-
pseudovergleyter Kalkverwitt- terungslehm aus Gosaumergel	Differenz (%)	- 18		+ 10	
<u>Flaudermoos</u>					
R-Wert: 45651, H-Wert: 52813	Wald (Fi, 100J.)	7,2	-	0,585	-
1280 m, E, 10% Neigung,	Lichtalm	6,9	-	0,742	-
pseudovergleyter Kalkverwitt- terungslehm aus Gosaumergel	Differenz (%)	- 4		+ 27	
<u>Anthaupten 2</u>					
R-Wert: 45640, H-Wert: 52828	Wald (Fi, 15J.)	14,9	-	1,011	-
1200 m, S, 12% Neigung,	Lichtalm	8,6	-	0,903	-
Kalkverwitterungslehm aus Gosaukal- ken und Mergeln	Differenz (%)	- 42		- 11	
<u>Roßbrücken</u>					
R-Wert: 45644, H-Wert: 52829	Wald (Fi, 20J.)	9,4	-	1,030	-
1250 m, eben	Lichtalm	7,9	-	0,884	-
pseudovergleyter Kalkverwitt- terungslehm aus oberen Gosaumergeln	Differenz (%)	- 16		- 14	
<u>Schlegel</u>					
R-Wert: 45656, H-Wert: 52842	Wald (Fi, 30-50J.)	13,4	-	0,962	-
1300 m, SW, 15% Neigung,	Lichtalm	6,3	-	0,648	-
pseudovergleyter Kalkverwitt- terungslehm aus Dachsteindolomit	Differenz (%)	- 53		- 33	

Tabelle 71 : Zusammenhänge zwischen Nutzung und ökologisch relevanten Kenngrößen von Gebirgsböden im Lattengebirge

Bodennutzung	Mächtigkeit des A _h	Porenvolumen des A _h	Litergewicht des A _h	kg C/m ² mit Auflage			kg N/m ² mit Auflage		
				10 cm	30 cm	50 cm	10 cm	30 cm	50 cm
Wald	10,9	51	0,389	5,6	9,2	10,9	0,306	0,570	0,750
Lichtalm	5,5	43	0,626	4,3	7,0	8,7	0,376	0,669	0,854
Differenz	- 50%	- 16%	+ 61%	-23%	-24%	-20%	+23%	+17%	+14%
Signifikanz	***	***	***	***	**	*	**	*	n.s.
Lichtalm	5,5	43	0,626	4,3	7,0	8,7	0,376	0,669	0,854
Kahlschlag	5,7	51	0,365	3,9	6,3	6,7	0,281	0,475	0,526
Differenz	+ 4%	+18%	- 42%	-9%	-10%	-23%	-25%	-29%	-38%
Signifikanz	n.s.	**	***	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	***
Wald	10,9	51	0,389	5,6	9,2	10,9	0,306	0,570	0,750
Kahlschlag	5,7	51	0,365	3,9	6,3	6,7	0,281	0,475	0,526
Differenz	- 48%	0%	- 6%	-30%	-32%	-39%	-8%	-17%	-30%
Signifikanz	**	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	*

Tabelle 72 : Humusschwund und Stickstoffgewinn tiefgründig, lehmiger und flachgründig, skelettreicher Substrattypen in Abhängigkeit von der Nutzung

		kg Kohlenstoff/m ² mit Auflage			kg Stickstoff/m ² mit Auflage		
		0-10 cm	0-30 cm	0-50 cm	0-10 cm	0-30 cm	0-50 cm
tiefgründige, lehmige Substrate	Wald	5,9	10,4	13,0	0,305	0,639	0,911
	Lichtalm	4,1	7,2	9,2	0,363	0,687	0,912
	Differenz Signifikanz	-30% ***	-31% ***	-29% ***	+19% ns	+8% ns	0 % ns
flachgründige, skelettreiche Substrate	Wald	4,5	7,4	8,1	0,308	0,471	0,521
	Lichtalm	4,8	6,2	6,3	0,434	0,589	0,597
	Differenz Signifikanz	+6% ns	-17% ns	-12% *	+41% **	+25% ns	+15% ns

In der Reihe 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 Studie