

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)
Band: 81 (1983)

Artikel: Pflanzensoziologisch-ökologische Untersuchungen von gemähten Magerrasen bei Davos
Autor: Zumbühl, Georg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308715>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

**Pflanzensoziologisch-ökologische Untersuchungen
von gemähten Magerrasen bei Davos**

**A study of the phytosociology and ecology of
mowed grassland poor in nutrients near Davos, Switzerland**

von Georg ZUMBÜHL

1983

Inhalt

Vorwort

1. Einleitung und Problemstellung	7
2. Das Untersuchungsgebiet	8
2.1. Lage der Untersuchungsflächen	8
2.2. Klima	10
2.3. Geologie und Topographie	11
2.4. Bodenverhältnisse	13
3. Methoden	14
3.1. Vegetationskundliche Methoden	14
3.1.1. Vegetationsaufnahmen	14
3.1.2. Auswertung	16
3.2. Bodenkundliche Methoden	18
3.2.1. Probenahme und Aufbereitung	18
3.2.2. Bodenchemische Methoden	19
3.3. Erhebungen über die Bewirtschaftung	20
4. Ergebnisse	21
4.1. Uebersicht über die Vegetation und einzelne Standortsfaktoren	21
4.1.1. Die Vegetation und ihre Gliederung	21
4.1.2. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen	32
4.1.3. Zeigerwertanalyse	46
4.1.4. Bewirtschaftung	49
4.2. Charakterisierung der Pflanzengesellschaften und ihrer standörtlichen Verhältnisse	56
4.2.1. Mähdergesellschaften	56
4.2.2. Fettwiesen	76
4.2.3. Magerweiden	78
5. Diskussion	81
5.1. Pflanzensoziologisch-ökologischer Ueberblick	81
5.2. Landwirtschaft und Naturschutz	87
Zusammenfassung - Summary - Résumé	92
Literatur	97

Beilagen: I	Vegetationstabelle
II	Tabelle der Moose und Flechten sowie der Arten mit geringem diagnostischem Wert
III	Stetigkeitstabelle

Vorwort

Bei der Durchführung dieser Arbeit durfte ich Unterstützung in fachlicher, materieller und menschlicher Hinsicht erfahren, wofür ich allen, die daran beteiligt waren, danken möchte.

Die Arbeit wurde von Herrn Prof. E. LANDOLT ermöglicht und mit viel Wohlwollen begleitet. Die gemeinsamen Gänge durch die Parsennmäher mit Herrn Dr. W. DIETL waren für mich oft eindruckliche Naturerlebnisse und brachten mir viele fachliche Anregungen. Herr Prof. F. KLÖTZLI war ein kritischer Korreferent und hat mich vor allem bei der Ausarbeitung der Vegetationstabelle unterstützt. Mit Herrn PD Dr. A. GIGON durfte ich oft über viele grundsätzliche und die Oekologie betreffende Fragen diskutieren. Herr Dr. O. WILDI stand mir jederzeit bereitwillig für Probleme der mathematischen Auswertung zur Verfügung. Sehr wertvoll und eindrucklich waren für mich die Gespräche und Begehungen mit Herrn Prof. R. HUNDT, Halle DDR, während seines Aufenthaltes in Davos. Herr Dr. M. MÜLLER war mir bei der Erhebung der Bodenprofile und der Ansprache der Bodentypen behilflich. Frau H. KRONENBERG übernahm in freundlicher Art die Bestimmung sämtlicher Moose. Herr Dr. O. PETRINI half bei der Verifikation kritischer Proben von Moosen und Flechten. Mit Frau M. SIEGL und Herrn E. SCHÄFFER konnte ich die Analyse der Bodenproben durchführen. Frau A. HEGI und Herr R. GRAF zeigten mir viel Hilfsbereitschaft und Geduld bei allen möglichen Fragen und Problemen. Wertvolle Gespräche ergaben sich oft mit Herrn Dr. L. VETTERLI, Herrn R. PETERER und andern Mitgliedern der alpinen Forschungsgruppe und des Institutes. Frau B. EGGER übernahm die Uebersetzung der Zusammenfassung ins Französische, Herr Dr. B. KRÜSI jene ins Englische. Frau A. HONEGGER besorgte die Reinschrift und Frau E. WOHLMANN fertigte die meisten Reinzeichnungen an.

Ihnen und allen nicht namentlich genannten Personen danke ich herzlich für jegliche Art von Hilfe und Unterstützung.

Die Durchführung der Untersuchungen wurde durch einen Kredit des Schweizerischen Nationalfonds finanziell ermöglicht.

In Davos und Klosters durfte ich mich der Gastfreundschaft und der Anteilnahme vieler Bauern erfreuen, wofür ich Ihnen herzlich danke. Einen grossen Dank für ihre Unterstützung möchte ich auch meinen Eltern aussprechen. Allen Freunden, die mir in kritischen Phasen und vor allem in der Abschlusszeit viel Verständnis, Mittragen und Aufmunterung entgegenbrachten, schliesse ich in einen besonders warmen Dank ein.

1. Einleitung und Problemstellung

Heute ist in der Landwirtschaft ein Wandel zu beobachten, der einer Polarisierung in der Bewirtschaftungsintensität gleichkommt. Standorte mit günstigen natürlichen Voraussetzungen werden intensiviert, Lagen mit schlechteren Bedingungen vernachlässigt oder extensiviert. Diesem Prozess fallen viele Pflanzengemeinschaften zum Opfer, die oft während Jahrhunderten gepflegt worden sind und unsere Landschaften bereichern. Dazu gehören vor allem auch gemähte Magerrasen: in tieferen Lagen die Halbtrockenrasen, im Gebirge die Wildheuplanken und Bergmähder. Dass diese Entwicklung nebst den von Natur- und Landschaftsschutz aus gehegten Bedenken auch ganz konkrete Gefahren für die Stabilität eines Gebietes hervorrufen kann, ist bekannt. SURBER et al. (1973) haben das "Brachlandproblem" eingehend untersucht und in seinen Zusammenhängen dargestellt. Seither sind zahlreiche Arbeiten über Nutzungsänderungen und deren Auswirkungen erschienen oder noch im Gange.

Mit der vorliegenden Arbeit soll ein Einblick in die Vegetation, Oekologie und Bewirtschaftung der gemähten Magerrasen eines bestimmten Gebietes geschaffen werden. Die Parsenmähder bei Davos, welche von der erwähnten Entwicklung weitgehend verschont geblieben sind, bieten ein gutes Beispiel dafür. Mit "Mähder" werden "abgegrenzte, ungedüngte Wiesen über der heutigen Waldgrenze, die jedes zweite Jahr geheut werden" bezeichnet (SENN 1952). Innerhalb eines Bauernbetriebes haben diese ihren festgefügtten Platz.

Den Untersuchungen, die im Feld während den Vegetationsperioden 1977-1980 durchgeführt wurden, lagen folgende Zielsetzungen zugrunde:

- Pflanzensoziologische Charakterisierung der Vegetation und ihrer Variationen,
- Beschreibung der Standorte,
- Aufdecken der Zusammenhänge zwischen natürlichen Standortsfaktoren und Bewirtschaftung sowie deren Bedeutung für die Vegetationsdifferenzierung,
- Abklären der Bedeutung, welche die Mähder für die Landwirte und für den Natur- und Landschaftsschutz innehaben,
- Aufzeigen von tragbaren Möglichkeiten der Bewirtschaftung im Hinblick auf die Erhaltung der Mähder-Oekosysteme.

In erster Linie ist die Arbeit deskriptiv gedacht. Es lassen sich wohl Zusammenhänge aufzeigen, während auf Aussagen über Kausalitäten weitgehend verzichtet werden muss. Ein experimenteller Teil war im Rahmen dieser Untersuchungen nicht möglich, schon deshalb nicht, weil die vorliegenden Ergebnisse ja eigentlich erst die Voraussetzungen dafür liefern. Trotzdem lassen sich viele Fragen, vor allem für die Praxis bedeutsame, beantworten.

Es schien sinnvoll, die Mähder nicht als isolierten Komplex für sich allein zu betrachten, sondern im Zusammenhang mit andern anthropogenen Grünlandgesellschaften des Gebietes. Aus diesem Grunde wurden auch Fettwiesen und Magerweiden in die Untersuchung einbezogen und den Mähdern gegenübergestellt.

Pflanzensoziologische Arbeiten über subalpine gemähte Magerrasen sind im Gegensatz zu solchen über viele andere Pflanzengesellschaften eher selten. In der älteren Literatur haben sich vor allem STEBLER und SCHRÖTER immer wieder mit ihnen befasst (z.B. STEBLER und SCHRÖTER 1893, SCHRÖTER 1895). Andere Autoren erwähnen sie mehr am Rande (z.B. BROCKMANN-JEROSCH 1907, RÜBEL 1912, LÜDI 1921). Von den Untersuchungen, die aus jüngerer Zeit stammen, haben jene von THIMM (1953), WAGNER (1965), HARTMANN (1971), DIERSCHKE (1979) und GENSAC (1979) eher lokale Gültigkeit, während sich BEGUIN (1972), MARSCHALL und DIETL (1974) und BISCHOF (1981) um eine überregionale Charakterisierung bemühen.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1. Lage der Untersuchungsflächen

Das Untersuchungsgebiet, die Gegend von Davos, ist im östlichen Teil der Zentralalpen gelegen. Alle Untersuchungsflächen liegen in der subalpinen Stufe. Der Talboden von Davos (1560 m ü.M.) bildet die untere Begrenzung. Die höchstgelegenen Flächen finden sich auf 2250 m, also im Bereich der potentiellen Waldgrenze (Abb. 1).

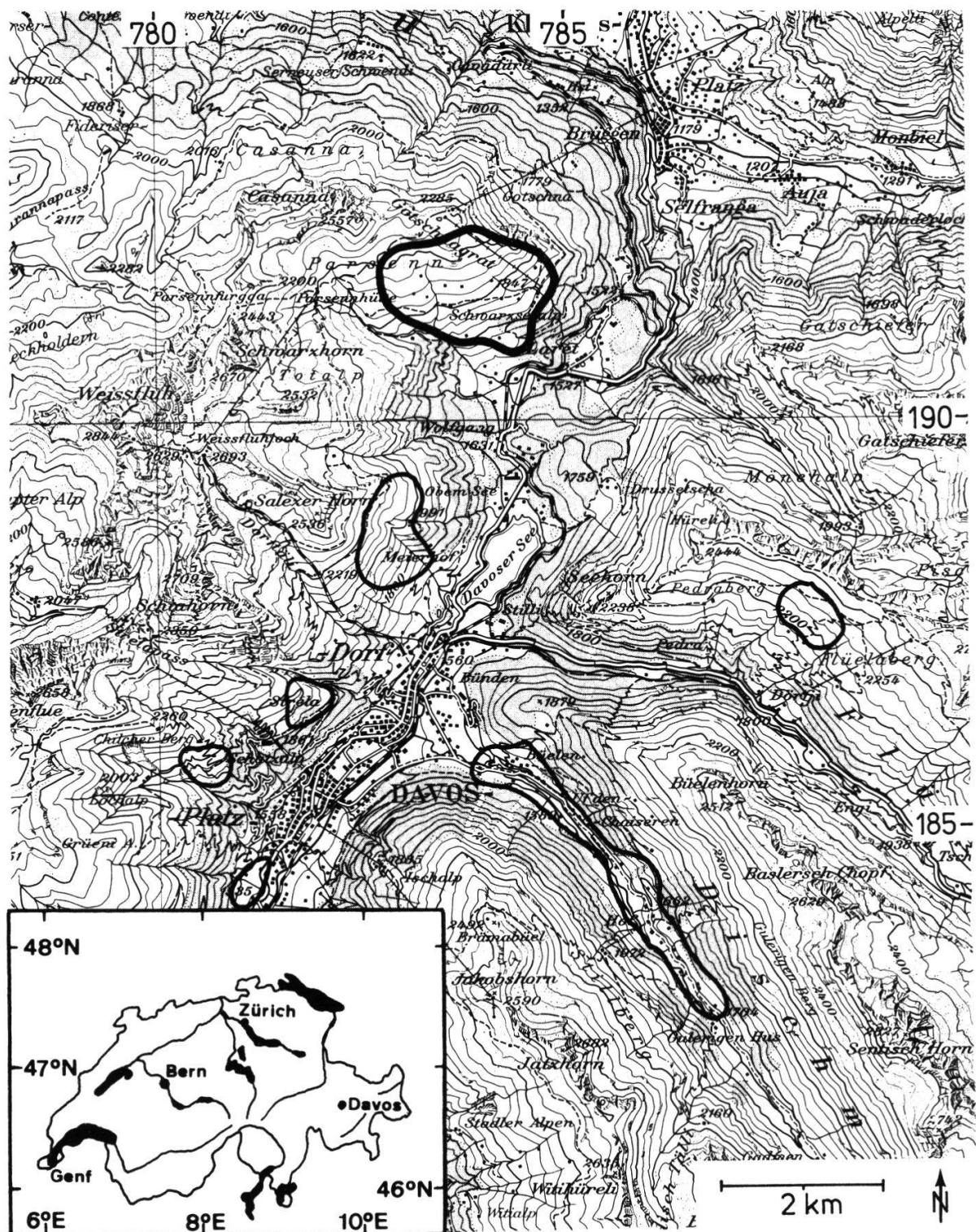


Abb. 1. Lage der untersuchten Gebiete; Ausschnitt aus der LK Blatt 39, 1:100'000. (Reproduziert mit Bewilligung der Bundesamtes für Landestopographie v. 11.8.1983)

- Kerngebiet (Parsennmähder, Schwarzseealp)
- Main area (Parsennmähder, Schwarzseealp)
- übrige Gebiete
- other areas studied

Locations of the areas studied and their relationship to other places in Switzerland. Scale 1:100'000.

Das Kerngebiet der Untersuchung liegt am südlichen Abhang des Gotschnagrates zwischen den Dörfern Klosters und Davos. Es umfasst die Parsennmähder (gemähte Magerwiesen), die unmittelbar angrenzenden Alpweiden (Mittelalp, Parsenn, Schwarzseealp) sowie die tiefer gelegenen Bergfettwiesen der Schwarzseealp.

Zu Vergleichszwecken dienen die Untersuchungen in den übrigen Teilen der Landschaft Davos. Dabei handelt es sich um magere Mähwiesen (Clavadeleralp, Seewerberg- und Salezermähder), um Alpweiden (Strelaalp, Potestatenalp, Flüelaberg) sowie um Fettwiesen ganzjährig besiedelter Gebiete auf dem Talboden von Davos und im Dischmatal.

2.2. Klima

Davos hat dank seiner Lage inmitten mächtiger Gebirgsmassive, die das Hochtal zudem gegen Westen und Norden abschirmen, ein Klima, das deutlich kontinental getönt ist. Die jährliche Niederschlagsmenge ist relativ gering. Sie beträgt in Davos (1561 m) 959 mm, auf Schatzalp (1868 m) 1075 mm. Die Jahresverteilung weist ein deutliches Maximum im Sommer auf. Eher

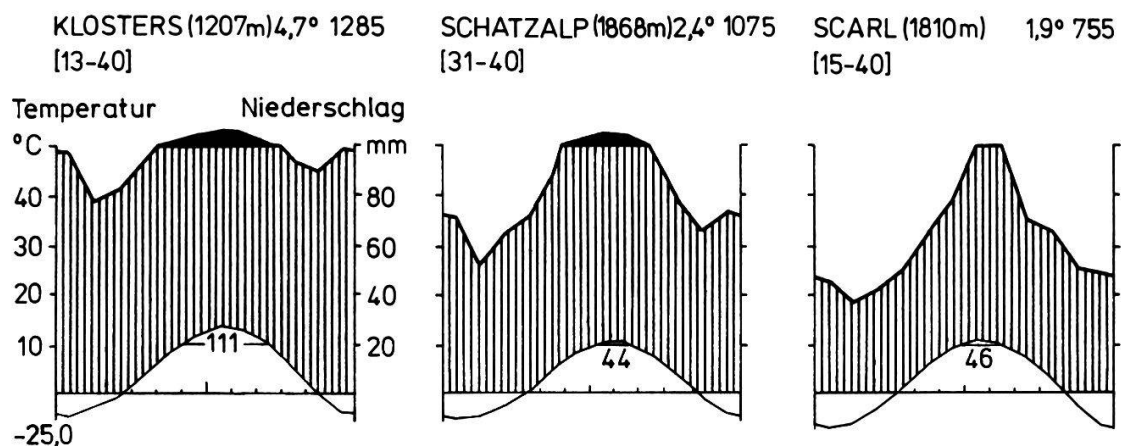


Abb. 2. Klimadiagramme nach WALTER von Klosters, Schatzalp (Davos) und Scarl (aus WALTER und LIETH 1960-1967)

*Climatic diagrams of Klosters, Schatzalp (Davos) and Scarl
(from WALTER and LIETH 1960-1967)*

trocken-kalte Winter, relative Windarmut und sehr wenig Nebeltage sind weitere Charakteristika des Davoser Klimas.

Abbildung 2 zeigt anhand von Klimadiagrammen die klimatische Stellung der Messstation Schatzalp oberhalb Davos im Vergleich mit einer nordalpinen (Klosters) und einer zentralalpinen Station (Scarl). Die Mittelstellung von Davos ist deutlich ersichtlich. Allerdings liegt Davos noch sehr nahe der Grenze der kontinentalen Alpen. Im angrenzenden Klosters ist die Buche (*Fagus silvatica*), welche kontinentale Klimaverhältnisse meidet, noch ziemlich häufig.

Das Standortsklima der einzelnen Flächen unterscheidet sich stark. Mit zunehmender Höhe fallen mehr Niederschläge und die Winde werden häufiger und stärker, die Temperatur hingegen nimmt ab. Neigung und Exposition schaffen sehr unterschiedliche Einstrahlungsverhältnisse. Aufgrund der Reliefbeschaffenheit können benachbarte Flächen Unterschiede im Zeitpunkt der Ausaperung aufweisen, die bis zu einem Monat betragen. Die Vegetationsperiode beträgt in Davos etwa 5 Monate, auf 2000 m je nach lokaler Dauer der Schneebedeckung 3-5 Monate.

2.3. Geologie und Topographie

Die geologischen Verhältnisse sind im Untersuchungsgebiet in verschiedener Hinsicht von Bedeutung. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Gesteins bestimmen die Bildung und die Eigenschaften des Bodens mit. Die stratigraphischen Verhältnisse, die Verwitterungsfähigkeit des Gesteins sowie die glazialen und postglazialen Vorgänge sind verantwortlich für das Relief. Letzteres wiederum ist ein wichtiger Faktor für die Bildung und die Eigenschaften des Bodens, Dazu kommt, dass auch die landwirtschaftliche Nutzungseignung wesentlich vom Relief abhängig sein kann.

Auf eine übersichtsmässige Beschreibung der recht komplizierten geologischen Verhältnisse der Landschaft Davos wird an dieser Stelle verzichtet. Dafür sollen die für die Fragestellung relevanten geologischen Phänomene der einzelnen Untersuchungsgebiete kurz beschrieben werden. Die Angaben stammen aus CADISCH (1921), CADISCH et al. (1916-1927), CADISCH (1953) und GEES (1954).

2.3.1. *Parsennmäher, Schwarzseealp*

Das Gebiet der Parsennmäher unterhalb des Gotschnagrates befindet sich tektonisch im Bereich der Aroser-Schuppenzone. Diese stellt eine mächtige, nach S und E einfallende Platte dar, auf deren Rücken die Moränen des lokalen eiszeitlichen Parsenngletschers einen schwach durchtalten, terrasierten Hang bilden. Dieser Hang besitzt grossräumig ziemlich einheitliche Exposition nach S bis SE. Der Wechsel zwischen glazialen Ablagerungen, Hangschuttmassen und anstehendem Gestein führt zu einem kleinflächigen Mosaik von Rinnen, Mulden, Kuppen und Kreten. An Gesteinen finden wir in buntem Gemisch Dolomit, Kalkschiefer, Kristallin (Paragesteine wie plagioklas- und biotitreiche Gneise und Schiefer, Marmore und Amphibolite, aber auch Granite, Pegmatite und Gabbros), Radiolarite, Bunte Tonschiefer und Totalpserpentin (CADISCH 1921, GEES 1954). Alle diese Gesteine kommen in wechselnden Kombinationen als Muttergestein in Frage.

2.3.2. *Uebrige Gebiete*

Im Vergleich zu den Parsennmähdern finden wir in allen übrigen Untersuchungsgebieten ziemlich einheitliche geologische Verhältnisse. Südöstlich des Landwassertales liegen die kristallinen Gesteine der Silvrettadecke, welche bei Davos Platz auf den Gegenhang hinüberreichen. Bei diesen Gesteinen handelt es sich um Orthogneise ("Flüelagranit"), Paragneise, Amphibolite sowie seltener Diabas (CADISCH 1953). Im Gebiet der untersuchten Flächen auf Strelaalp befinden wir uns im Grenzbereich zur Aroser-Dolomitzone. Die Gebiete am südöstlichen Abhang des Salezerhornes (Salezermäher, Seewerbergmäher, Meierhof) gehören tektonisch zur Tschirpendecke. Das Kristallin dieser Decke gleicht jenem der Silvretta-Decken und besteht vorwiegend aus saurem Gneis (CADISCH 1953).

Der Talboden des Dischma besteht aus stufenweise ansteigenden, durch Felsriegel gegliederten Flussanschwemmungsebenen, die seitlich in dilluviale Hauptschuttkegel übergehen. Der Meierhof ist als eine bergseits aufgefüllte Seitenmoräne des Landwassergletschers zu betrachten. Alle übrigen Flächen finden sind an mehr oder weniger erodierten oder aufgefüllten Hangteilen der Talflanken.

2.4. Die Bodenverhältnisse

Das Spektrum der vorhandenen Böden wird im Untersuchungsgebiet hauptsächlich durch die Bedingungen des Muttergesteins, des Klimas und des Reliefs begrenzt. Durch die Ueberführung der potentiellen Waldstandorte - und dazu dürfen alle Untersuchungsflächen gerechnet werden - in Grasland hat aber auch der Mensch wesentlich in den Verlauf der Pedogenese eingegriffen.

Bei der Betrachtung des Einflusses, den das Muttergestein auf die Bodenbildung ausübt, können wir zuerst einmal das Gebiet der Parsennmähder allen andern gegenüberstellen. Hier treten bekanntlich saure bis basische Silikatgesteine, Ophiolithe, Dolomit und kieselige Sedimente (Radiolarite) neben- und miteinander auf. Die mineralogische und chemische Zusammensetzung sowie das Gefüge dieser Gesteine weisen beträchtliche Unterschiede auf. (Für die Zusammensetzung von sauren Silikatgesteinen siehe bei NIGGLI et al. 1930, für Dolomit bei FREI 1944 und für die Serpentinegesteine von Davos bei PETERS 1963). Auf das Nährstoffangebot der Böden für die Pflanzen wirkt sich diese Tatsache günstig aus, ebenso auf die Humus- und Gefügebildung. Die Verwitterungsfähigkeit der einzelnen Gesteine ist sehr unterschiedlich. Dort, wo einzelne Gesteinsarten (z.B. Dolomit) überwiegen oder ausschliesslich vorkommen, bestimmen sie auch den Bodentyp, sofern kein B-Horizont gebildet werden konnte.

In den übrigen Gebieten (Ausnahme: Strelaalp, wo Dolomit Nebenbestandteil ist) führen die Gesteine des Silvretta-, bzw. Tschirpenkristallins zu vergleichsweise einfacheren, aber auch einseitigeren Verhältnissen. Die Böden sind basenärmer.

Wie bereits erwähnt unterscheidet sich das Standortsklima einzelner Flächen vor allem aufgrund der Faktoren Höhenlage und Relief. Hauptsächlich Klimaelemente, die variieren, sind Strahlung, Niederschläge und Temperatur. Für die Bodenbildung sind Auswirkungen auf Verwitterung, biologische Aktivität und Verlagerung zu beobachten. Der weitaus häufigste Bodentyp im Parsennmähdergebiet ist die subalpine Ausbildung einer sauren Braunerde. Dank seiner hohen biologischen Aktivität und intensiver Wurm-tätigkeit, der guten Gründigkeit und Durchlässigkeit für Luft und Wasser, sowie einer idealen Krümelstruktur bietet dieser Boden sehr gute ökologische Voraussetzungen.

Im Dischmatal neigen viele Böden des Talgrundes zu zeitweiliger Vernässung im Unterboden. Im übrigen sind (eher selten) unter den untersuchten Rasen folgende Bodentypen oder Anklänge dazu anzutreffen: Mullrendsinen, Mullpararendsinen, Braune Rendsinen, Braune Ranker, Kalkbraunerden, eupodsolige Braunerden und Pseudogleye (Benennung nach KUBIENA 1953).

3. Methoden

3.1. Vegetationskundliche Methoden

3.1.1. Vegetationsaufnahmen

Die vegetationskundliche Datenerhebung bestand im wesentlichen in der flächenweisen Bestandesaufnahme und Einschätzung von Dominanz und Abundanz der vorkommenden Arten (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964).

Das Vorgehen bei der *Auswahl der Flächen* wurde von der Absicht bestimmt, die Vegetation der Mähder so breit wie möglich zu erfassen. Dabei sollten sowohl klar erkennbare Typen wie auch Uebergangsbestände berücksichtigt werden. Eine wichtige Anforderung an die einzelnen Flächen war deren *Homogenität* in bezug auf den Standort und die floristische Ausgeglichenheit. Die Probeflächenhomogenität definiert HOFMANN (1969) als "Gleichartigkeit der wesentlichen strukturellen, qualitativen und quantitativen Vegetationserscheinungen" unter "Berücksichtigung der Gelände- und Bodenoberflächenmorphologie sowie des gesamten Gesellschaftsmosaiks". Die "intersubjektive Kontrollierbarkeit" ist in der Regel nicht vorhanden, da die Homogenität meist durch "gedankliche Verarbeitung der einzelnen Merkmale an Ort und Stelle" abgeschätzt wird (HOFMANN 1969).

Das Postulat der Homogenität musste indessen mit der *minimalen Grösse der Flächen* in Einklang gebracht werden. Aufgrund von Artarealkurven (CAIN 1938, MÜLLER-DOMBOIS und ELLENBERG 1974) zeigte sich, dass auf einer Fläche von 16 m^2 etwa 95% der zu erwartenden Arten erfasst werden konnten. Mit dieser Flächengrösse konnte auch die Homogenitätsanforderung weitgehend erfüllt werden.

Die Aufnahmen erfolgten in den Jahren 1977-1980. Die meisten Flächen wurden zweimal besucht, wenn möglich bei verschiedenem Vegetationsstand.

Zur Einschätzung der Artmächtigkeit der Blüten- und Farnpflanzen diente die leicht erweiterte Skala nach BRAUN-BLANQUET (1964), die für die numerische Auswertung nach dem Schema der Tab. 1 transformiert wurde.

Die Moose und Flechten wurden zur Bestimmung gesammelt und ihre Gesamtbedeckung in Prozent eingeschätzt. Die Arten sind deshalb in der Vegetationstabelle (Beilage II) nur als präsent (*) oder absent aufgeführt.

Die Nomenklatur der Blüten- und Farnpflanzen richtet sich nach HESS et al. (1976-1980), jene der Moose nach AUGIER (1966) und jene der Flechten nach WIRTH (1980).

Die Aufnahmen wurden ergänzt mit den üblichen Standortangaben über Höhenlage, Neigung, Exposition und Relief sowie besonderen Beobachtungen. Im weiteren wurden folgende Charakteristika durch Schätzung festgehalten:

- Flächenbedeckung der Zwergstrauchschicht und der Krautschicht
- Flächenbedeckung der Vegetation und des offenen Bodens

Tab. 1. Schätzskala für die Artmächtigkeit und Transformationen für die numerische Auswertung

Scale for the estimation of plant cover and abundance and for the transformations used for numerical analyses

Aufnahmeskala (nach BRAUN-BLANQUET 1964, leicht verändert)	Art- mächtigkeit	Bei der numerischen Auswertung verwendete Werte		
		Ordination		Oekologische Zeigerwerte (nach LANDOLT 1977a)
		Präsenz- Absenz- Skala	Artmächtig- keit berück- sichtigt	
R	selten (und nur steril)	0	0	0
		1	2	0.5
+	≤10 Exempl.	1	3	1
1	5%	1	3.5	2
2	5- 15%	1	4	2.5
2	15- 25%	1	4.5	3
3	25- 50%	1	5.5	4
4	50- 75%	1	6	5
5	75-100%	1	6	6

- Mengenanteile (Massenprozente, nicht überprüft) folgender Gruppen: Gramineen; Cyperaceen und Juncaceen; holzige Chamaephyten; Leguminosen; übrige Blüten- und Farnpflanzen.

3.1.2. *Auswertung*

3.1.2.1. *Pflanzensoziologische Auswertung*

Die wichtigsten Ziele bei der Auswertung der Vegetationsdaten waren das Erkennen von Strukturen und Gradienten und ihre Darstellung als Gruppen von Aufnahmen (Vegetationseinheiten) und Arten. Dazu gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze: die multivariate, formal-numerische Methode, die nur mit Hilfe der EDV bewältigt werden kann, und die manuelle tabellarische Auswertung. Die beiden Ansätze wurden im vorliegenden Fall parallel verwendet.

a) *Mathematische Verfahren*. Nebeneinander wurde mit verschiedenen Verfahren gearbeitet, von denen in der Pflanzensoziologie in jüngerer Zeit immer mehr Gebrauch gemacht wird. Dafür stand ein umfangreiches Computer-Programmpaket zur Verfügung, welches in WILDI und ORLOCI (1980) beschrieben ist. Die Berechnungen wurden auf der CDC-Computeranlage des Rechenzentrums der ETH Zürich durchgeführt. Eine zusammenfassende Diskussion der numerischen Methoden, auch grundsätzliche Gedanken dazu, sowie weiterführende Literatur finden sich zum Beispiel bei WILDI (1977) oder VAN DER MAAREL et al. (1980).

In einer ersten Phase wurde die gesamte Datenmatrix (Moose und Flechten wurden nicht in dieses Verfahren einbezogen) mittels der *Hauptkomponentenanalyse* und der *Korrespondenzanalyse* ordiniert (Näheres darüber siehe bei BAHRENBERG und GIESE 1975 oder bei UEBERLA 1971). Dabei musste der Datensatz wegen der auf 120 Aufnahmen beschränkten Programmkapazität in zwei Teile (Teile A und B) zerlegt werden. Dies geschah in der Art, dass in aufsteigender Aufnahmenumerierung alternierend aufgeteilt wurde. Die beiden Parallelberechnungen lieferten gut vergleichbare Ergebnisse. Es wurden Berechnungen mit und ohne Berücksichtigung der Artmächtigkeit durchgeführt (vgl. Tab. 1).

In der zweiten Phase ging es darum, die feineren Unterschiede und Strukturen in einem einheitlichen Ausschnitt zu erfassen. Diese Ausschnitte ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten Phase. Der Datensatz wurde aufgrund der dort erschienenen Struktur aufgeteilt und die Ausschnitte weiter analysiert.

Mit der *Gruppierungsanalyse* (GRID, Space Density Analysis, WILDI 1979) der durch die Hauptkomponentenanalyse gewonnenen Koordinaten wurde anschließend eine Klassifikation versucht. Ihr Ergebnis lieferte wohl Hinweise für die endgültige Gruppierung, konnte aber als ganzes nicht übernommen werden. Dasselbe gilt für einen numerischen Versuch der Artengruppierung.

Zwei verschiedene *Ähnlichkeitsmasse* wurden verwendet:

1. Skalarprodukt der zentrierten Daten: $r(x,y) = xy - xy/n$
2. Koeffizient nach VAN DER MAAREL (1979): $r(x,y) = xy/(x^2 + y^2 - xy)$

Dabei bedeuten: x,y: zu vergleichendes Paar von Aufnahmevektoren

n: Anzahl Vegetationsaufnahmen

Zur Berechnung der Verwandtschaftsbeziehungen unter den Vegetationseinheiten wurde die Stetigkeitstabelle einer *Clusteranalyse* (Complete linkage Clustering, SPÄTH 1977) unterzogen, wobei der Koeffizient nach VAN DER MAAREL verwendet wurde.

b) *Tabellarische Auswertung*. Das Herausarbeiten von Vegetationseinheiten, welche durch typische Artenkombinationen und einheitliche Standortverhältnisse gekennzeichnet sind, bildet ein Hauptziel der vorliegenden Arbeit. Dazu genügt die gleichschaltende Betrachtung des Verhaltens aller Arten nicht. Nicht jede Art zeigt mit ihrem Vorkommen, bzw. Fehlen oder mit ihrer wechselnden Dominanz die selbe soziologisch-ökologische Bedeutung. Standortliche Eigenschaften der Vegetationsaufnahmen müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Dies ist mit rein numerischen Methoden bis heute nicht in befriedigendem Masse möglich.

Bewusst wurde deshalb die endgültige Tabellenordnung und Klassifikation von Hand (im wesentlichen nach ELLENBERG 1956) erarbeitet. Immerhin muss betont werden, dass die Ordination wertvolle Hinweise lieferte, die laufend in die Tabellenarbeit miteinbezogen wurden.

Angesichts der fließenden Uebergänge, die auch die Ordination deutlich

aufzeigte, bestand bei der Gruppierung die Gefahr der Zerstückelung, welcher bewusst zu begegnen versucht wurde.

3.1.2.2. *Oekologische Zeigerwerte*

Unter Berücksichtigung aller Blüten- und Farnpflanzen wurden die mittleren Zeigerwerte nach LANDOLT (1977a) für sämtliche Vegetationsaufnahmen berechnet. Von diesen ausgehend wurden Mittelwerte und mittlere Fehler (s_x/\sqrt{n}) für die Vegetationseinheiten berechnet. Die Artmächtigkeit wurde gemäss Tabelle 1 gewichtet.

3.2. *Bodenkundliche Methoden*

Die Böden wurden hauptsächlich auf ihre chemischen Eigenschaften hin untersucht. Dazu wurden von 59 Vegetationsaufnahmen der Parsennmäher und des Dischmatales aus dem Hauptwurzelraum Proben entnommen. Die Auswahl der Flächen geschah zufällig, wobei in der Rohtabelle ungefähr jede vierte Aufnahme gezogen wurde.

Für alle Vegetationsaufnahmen (mit Ausnahme der Nr. 162, 163 und 164) wurde das pH des Hauptwurzelraums in etwa 5-7 cm Bodentiefe bestimmt.

Nebst Profilbeobachtungen an Bohrkernen, welche für ein rasches Erkennen der wichtigsten Merkmale dienten, wurden an drei Stellen im Parsenngebiet Profillöcher ausgehoben. Diese Profile wurden genau beschrieben und Proben ihrer Horizonte für die Laboranalysen gesammelt (Zeitpunkt: 17.-19. Juni 1980).

3.2.1. *Probenahme und Aufbereitung*

Auf jeder der 59 Flächen wurde dem Oberboden (0-12 cm) mittels Bohrzylin- der eine Mischprobe, bestehend aus 20 Einstichen, entnommen. Das Sammeln der Proben und das Bestimmen der pH-Werte geschahen innerhalb von vier Tagen anfangs September 1980.

Die luftgetrockneten Böden wurden mit dem 2 mm-Sieb gesiebt, ihre Streue

entfernt und ein Teil zur Humusbestimmung fein gemörsert. Probeteilen und Mörsern geschahen maschinell. Die zur Humusbestimmung vorgesehenen Proben wurden vor der Analyse bei 105°C während 12 Stunden getrocknet.

3.2.2. *Bodenchemische Methoden*

3.2.2.1. *Azidität*

Methode Nr. HP-2 nach FAP (1976).

In der Suspension des Bodens mit 0.02 N-CaCl₂ wurde das pH elektronisch gemessen (Gerätetyp: Metrom pH-Meter E604). Die Bodenproben waren ungetrocknet und frisch.

3.2.2.2. *Organische Substanz*

Modifizierte Methode nach WALKLEY und BLACK (STICHER 1978). Der organisch gebundene Kohlenstoff wurde mittels Kaliumbichromat und konz. Schwefelsäure oxydiert (sogenannte nasse Veraschung). Im Filtrat wurde das gebildete Cr³⁺ photometrisch bei 578 nm Wellenlänge bestimmt.

Mit dieser Methode werden etwa 90% der organischen Substanz erfasst. Zur Umrechnung von organischem C in organische Substanz hat sich der Faktor 1,724 eingebürgert. Aus dem Resultat der Analyse (% org. C) lässt sich deshalb durch Multiplikation mit dem Faktor 2 der Gesamtgehalt org. Substanz in guter Näherung abschätzen.

3.2.2.3. *Austauschbare Basen*

Methode zur Herstellung der Analysenlösung nach STICHER et al. (1971).

Die Bodenproben wurden dreimal mit Ammoniumacetat (pH 7) ausgeschüttelt und zentrifugiert. Zur Bestimmung der Ca-, Mg-, K- und Na-Ionen wurde das Atomabsorptionsspektrometer benutzt.

3.2.2.4. *Austauschbare Wasserstoffionen*

Methode Nr. HA-3 nach FAP (1977).

Eine wässrige Bodensuspension wurde mit einer alkalischen Pufferlösung

(pH 8) versetzt. Danach wurde die pH-Senkung mittels Potentiograph gemessen.

3.2.2.5. Kationenumtauschkapazität (KUK) und Basensättigungsgrad (S%)

Bei Vernachlässigung der Spurenelemente ergab sich aus der Summe der austauschbaren Basen und der H-Ionen die KUK. Der prozentuale Anteil der austauschbaren Basen an der KUK wird als Basensättigungsgrad bezeichnet.

3.2.2.6. Kohlensäureextrahierbares Phosphat und Kalium

Methode Nr. PK-1 nach FAP (1975).

Der Boden wurde mit CO_2 -gesättigtem Wasser extrahiert. Im Extrakt wurden kolorimetrisch das PO_4^{3-} und flammenphotometrisch (Wellenlänge 750 nm) das K_2O bestimmt.

Die daraus berechneten Testzahlen entsprechen folgenden Werten:

P-Testzahl = 0.0356 mg P_2O_5 /100 g Boden, K-Testzahl = 1 mg K_2O /100 g Boden

3.3. Erhebungen über die Bewirtschaftung

Jede Untersuchungsfläche hat ihre eigene Landnutzungsgeschichte. Es wurde versucht, möglichst exakte Angaben über die Bewirtschaftung wenigstens der letzten 10 Jahre zu erhalten und auch weiter zurückliegende tiefgreifende Veränderungen der Nutzung ausfindig zu machen. Die Informationen darüber wurden mittels eines Fragebogens zusammengetragen, der anlässlich einer persönlichen Kontaktnahme mit den einzelnen Bauern ausgefüllt wurde.

Wertvoll waren aber auch die vielen Gespräche mit ihnen über die Bedeutung, die sie der Mähderbewirtschaftung beimessen, über traditionelle Hintergründe, über ihre Beobachtungen, Erfahrungen und Zukunftsaussichten.

4. Ergebnisse

4.1. Uebersicht über die Vegetation und einzelne Standortsfaktoren

4.1.1. Die Vegetation und ihre Gliederung

4.1.1.1. Allgemeines

Die heute in der Pflanzensoziologie am häufigsten verwendeten Methoden zur Auswertung von Vegetationsdaten sind die Ordination und die Klassifikation. Beiden gemeinsam ist ihr Ziel, nämlich eine formale Vereinfachung der Datenstruktur. Die Klassifikation beinhaltet die Gruppierung der Vegetationsaufnahmen sowie eine zweckmässige Anordnung der resultierenden Gruppen in einer Vegetationstabelle. Mit der Ordination wird versucht, die Aufnahmen aufgrund ihrer Aehnlichkeit untereinander in einem mehrdimensionalen Raum anzuordnen.

Ein grundlegender Unterschied zwischen den beiden Methoden besteht darin, dass die Klassifikation nur eine eindimensionale Anordnung der Vegetationsaufnahmen erlaubt. Die Ordination ist deshalb besser geeignet, Gradientenstrukturen in der Vegetation aufzuzeigen. Andererseits liefert die Klassifikation Ergebnisse, die den praktischen Bedürfnissen nach Vegetationseinheiten Rechnung tragen.

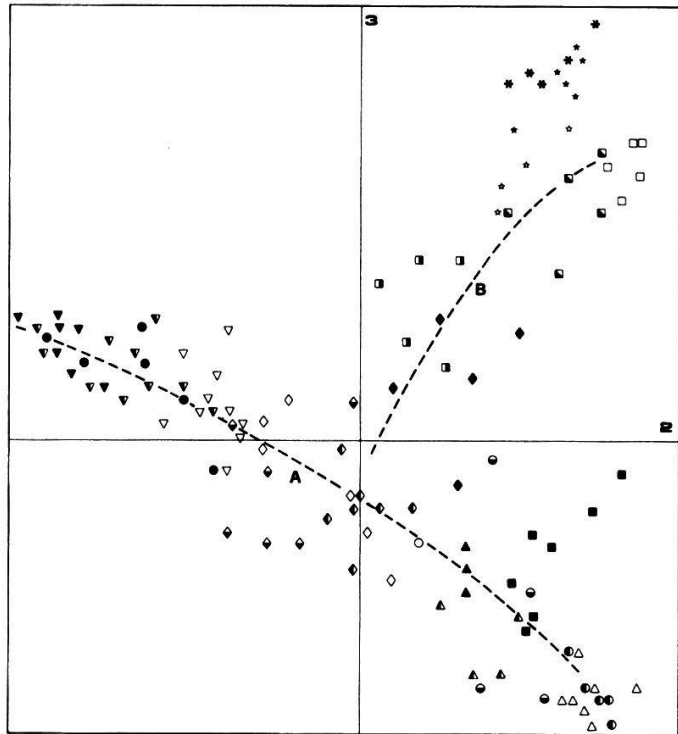
Wie ORLOCI (1978) feststellt, sind die beiden Methoden nicht als sich widersprechende Strategien, sondern als sich gegenseitig ergänzende Hilfsmittel zu betrachten. In der vorliegenden Arbeit lieferte die Ordination wertvolle Hinweise für die Klassifikation sowie für die Zuordnung einzelner kritischer Vegetationsaufnahmen.

4.1.1.2. Ordination der Vegetationsaufnahmen mittels Hauptkomponentenanalyse

Die Analyse der 226 Vegetationsaufnahmen wurde mit 212 Arten in zwei Teilen durchgeführt (s. Kap. 3.1.2.1.). Das Ergebnis zeigt, dass die ersten drei Achsen zusammen rund 50% der Gesamtvarianz erklären. Ihre Anteile setzen sich gemäss Tabelle 2 zusammen.

3a. Angedeutete
Gradienten im
Ordinationsmodell
(A, B, C)

*The three principal
gradients (A, B, C)
are indicated*



3b. Die Lage der ver-
schieden Vegeta-
tionseinheiten ist
durch Zusammenfassung
der entsprechenden
Vegetationsaufnahmen
angedeutet

*The position of a
given vegetation unit
is indicated by a line
surrounding the points,
which represent the
relevés belonging to
that unit*

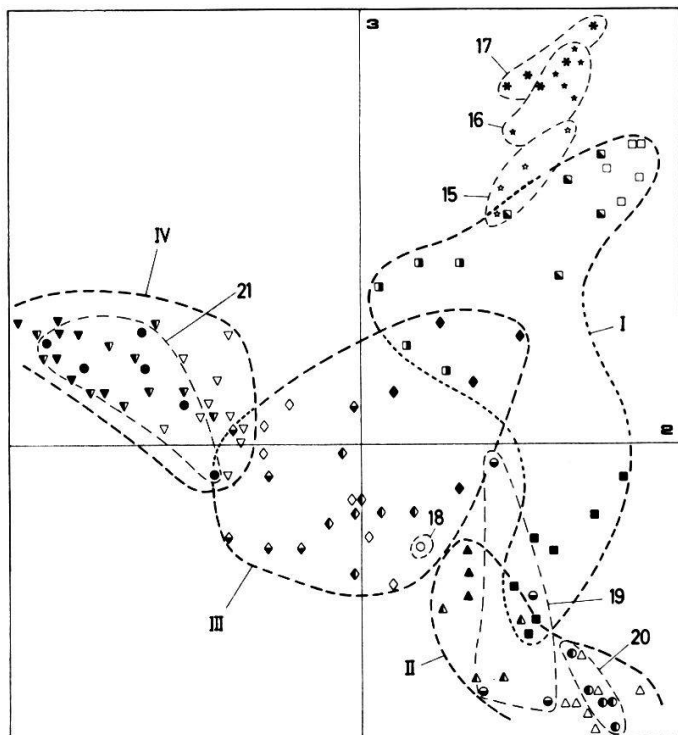
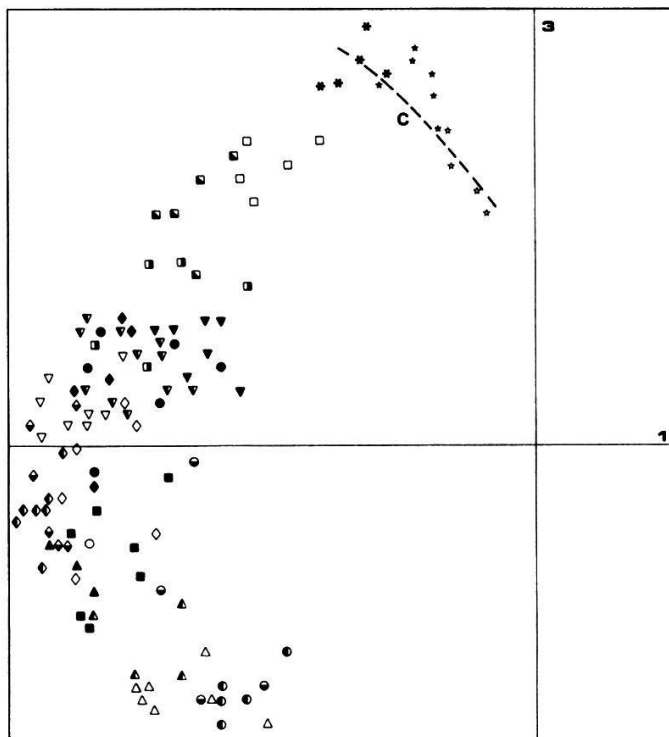
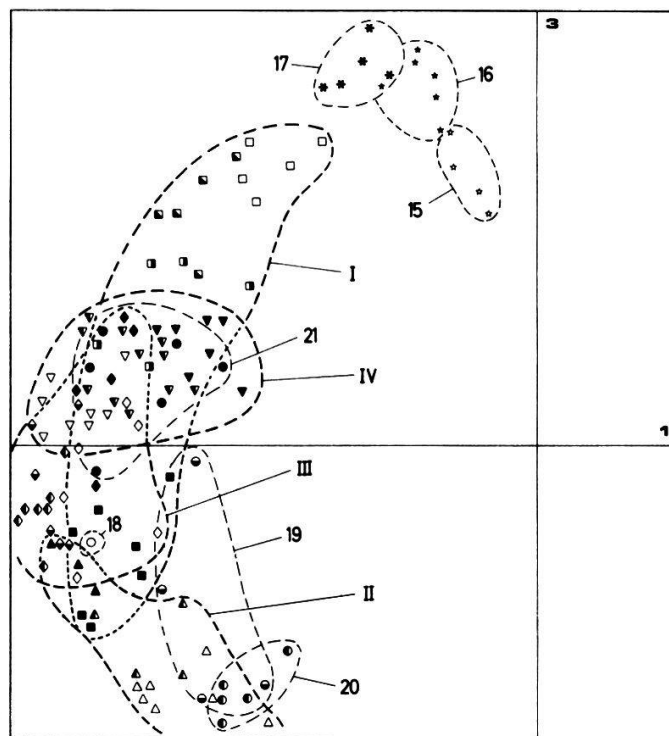


Abb. 3. Ordinationsmodell von 118 Vegetationsaufnahmen aufgrund ihrer Artenzusammensetzung; Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse unter Verwendung des Ähnlichkeitskoeffizienten nach VAN DER MAAREL (1979); Darstellung der ersten drei Komponenten.



Einheiten - Units

I		IV	
1	□	12	▽
2	■	13	▼
3	■	14	▼
4	■		
II		V	
5	△	15	•
6	▲	16	•
7	▲	17	•
III		VI	
8	◇	18	○
9	◆	19	•
10	◆	20	•
11	◆	21	•



--- Gesellschaften
(Gruppen von Einheiten) der Mähder
(I-IV)

Groups of units of
Mähder-type grassland (I-IV)

--- Einheiten der Fettwiesen und Magerweiden (15-21)

Units of fertilized grassland and pastures poor in nutrients (15-21)

Fig. 3. Ordination by principal component analysis of 118 relevés; resemblance measure used was Van der Maarel's coefficient (VAN DER MAAREL 1979); the first three axes are represented

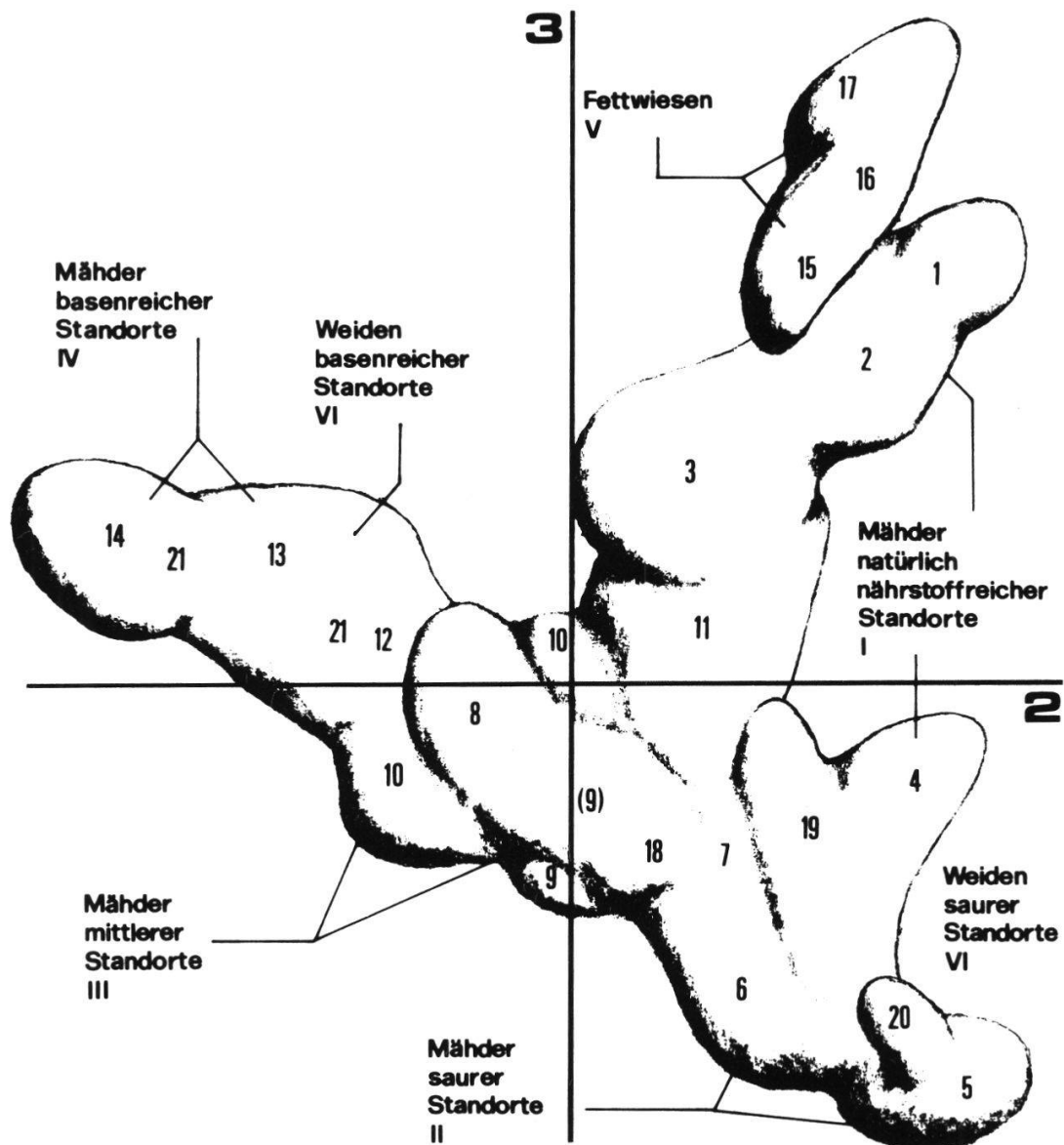


Abb. 4. Ähnlichkeitsmodell: räumliche Interpretation der ersten drei Komponenten der Ordination aus Abb. 3; mit Angabe der Lage der Vegetationseinheiten.

Resemblance model. Spatial interpretation of the first three components shown in Fig. 3. The numbers refer to vegetation units (for details see Summary, p. 94)

Da die Analyse der beiden Teile A und B dasselbe ergab, genügt im folgenden die Darstellung der Ergebnisse von Teil A.

Tab. 2. Anteile der ersten drei Achsen an der Gesamtvarianz
(Hauptkomponentenanalyse)

Percentage of variation accounted for in the ordination by principal component analysis; for processing, the data set was divided into two parts -- A and B. The values for the first three axes are given

	Teil A	Teil B
1. Achse	29.7%	29.7%
2. Achse	10.7%	11.0%
3. Achse	8.0%	9.1%
Total 1.-3. Achse	48.4%	49.8%

Werden die Vegetationsaufnahmen als Punkte in den Projektionsebenen von je zwei dieser drei Achsen dargestellt, so ergeben sich die Abbildungen 3a und 3b. Man kann diese drei Achsen, die definitionsgemäss orthogonal zueinanderstehen, auch als Raumdimensionen auffassen. Daraus lässt sich ein dreidimensionales Modell konstruieren, welches als vereinfachte Interpretation der Aehnlichkeitsverhältnisse aufzufassen ist (Abb. 4) (siehe auch WILDI 1977).

In diesem Modell wird deutlich ein Bild sichtbar, welches die zwei Hauptgradienten der Vegetationsstruktur (A und B) darstellt. Ein dritter Gradient (C) ist bei den Fettwiesenaufnahmen festzustellen und wird auf der Projektionsebene der 1. und 3. Achse sichtbar (Abb. 3a, rechts).

Diese deutliche Struktur führt bereits zu Hinweisen in bezug auf die Gliederung sowie die relative Stellung der Fettwiesen und Magerweiden zur Mähdervegetation. Im weiteren wird sich die Frage stellen, ob diese rein floristischen Gradienten eine ökologische Entsprechung finden.

Als weitere wichtige Eigenschaft der untersuchten Vegetation kommt ihr Kontinuumscharakter in den Abbildungen zum Ausdruck. Diskrete "Wolkenbildungen" sind ausser bei den Fettwiesenaufnahmen, welche klar von den übrigen abgetrennt sind (Abb. 3) kaum zu erkennen. Es ist ja oft der Mensch mit seinen Eingriffen, der in der Vegetation scharfe Grenzen zieht, während die Natur viel eher fliessende Uebergänge hervorbringt.

4.1.1.3. Klassifikation der Vegetationsaufnahmen

Eine detaillierte Uebersicht mit allen Aufnahmen bietet die Vegetationstabelle (Beilage I). Sie steht für die Darstellung und Diskussion der gesamten Ergebnisse, auch der standortkundlichen, im Mittelpunkt. Eine Stetigkeitstabelle (Beilage III) soll die Uebersicht erleichtern. Als Ersatz für die sonst übliche, ziemlich unübersichtliche Zusammenstellung der nicht in der Tabelle aufgeführten, meist niedrigsteten Arten wird eine zweite Tabelle, in der auch die Moose und Flechten enthalten sind, beigelegt (Beilage II).

Die Anordnung der Einheiten auf der Vegetationstabelle wurde so gewählt, dass die beiden Hauptgradienten sichtbar sind. Der erste verläuft von Einheit 15 zu Einheit 4, woran sich der zweite von Einheit 5 zu Einheit 14 anschliesst. Die Weiden werden am Schluss aufgeführt.

Die in dieser Arbeit ausgeschiedenen Einheiten haben ebenso wie ihre hierarchische Anordnung (im folgenden als "Pflanzengesellschaften" mit verschiedenen "Ausbildungen" oder "Einheiten" bezeichnet) lokale Gültigkeit. Es wurde deshalb bewusst darauf verzichtet, ihnen lateinische Namen zu geben. Ihre Benennung richtet sich nach dem Standort. Bei den Gesellschaften ist darüber hinaus eine Benennung mit zwei Artnamen angegeben, die eine typische Kombination darstellen. Bei den Einheiten fanden Artnamen nur Verwendung, sofern eigene Arten vorhanden waren.

Prinzipiell wurden die Vegetationsaufnahmen der drei Hauptnutzungsarten (Mähder, Fettwiesen, Magerweiden) auseinandergehalten. Innerhalb der Mähdervegetation liessen sich vier Gesellschaften mit gesamthaft 14 Ausbildungen ausscheiden:

- I Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte
(*Ligusticum mutellina*-*Festuca violacea*-Gesellschaft)
Einheiten 1-4
- II Mähder saurer, nährstoffarmer Standorte
(*Hypochoeris uniflora*-*Nardus stricta*-Gesellschaft)
Einheiten 5-7
- III Mähder mittlerer Standorte
(*Pulsatilla sulphurea*-*Helianthemum grandiflorum*-Gesellschaft)
Einheiten 8-11
- IV Mähder basenreicher, nährstoffarmer Standorte
(*Laserpitium latifolium*-*Globularia nudicaulis*-Gesellschaft)
Einheiten 12-14

Diese Einheiten werden durch 166 Aufnahmen belegt.

Die Fettwiesen liessen sich in drei Ausbildungen (15, 16 und 17) mit insgesamt 28 Aufnahmen, die Magerweiden in vier Ausbildungen (18, 19, 20 und 21) mit insgesamt 32 Aufnahmen gliedern.

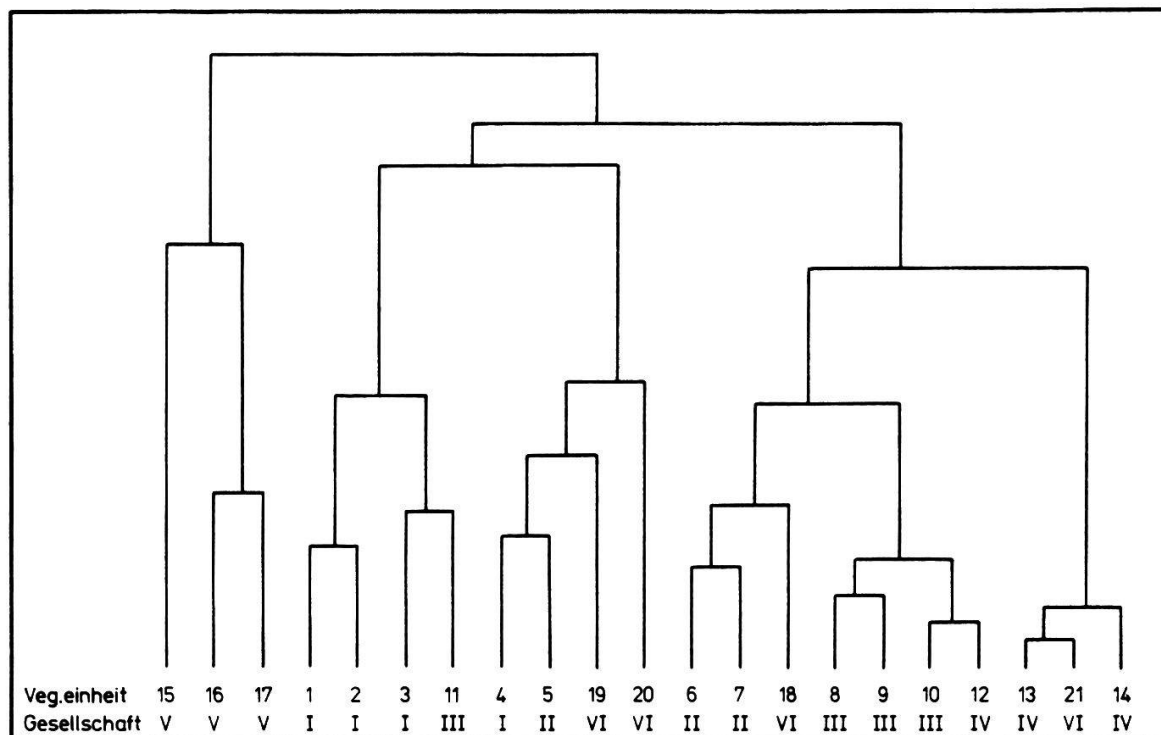


Abb. 5. Ähnlichkeitsbaum der Vegetationseinheiten berechnet aufgrund der Stetigkeitstabelle mittels Clusteranalyse; die Länge der vertikalen Linien gibt ein Mass für den Verwandtschaftsgrad zwischen den Einheiten.

Dendrogramm produced by cluster analysis based on constancy data showing similarities between vegetation units; (the length of the vertical lines represents a measure of the similarity between different vegetation units)

Die floristischen Beziehungen zwischen den Einheiten können anhand des Ordinationsmodells in den Abbildungen 3 und 4 abgeschätzt werden. Die Gesellschaften II, III und IV heben sich gut voneinander ab. Ihre Ausbildungen hingegen zeigen leicht fließende Uebergänge. In der Gesellschaft I trennen sich die Ausbildungen klar voneinander, 4 ist sogar näher bei II als bei I. Die Ausbildung wurde trotzdem zur Gesellschaft I gestellt, da sie dieser aufgrund einer bestimmten Artenkombination, von Domimanzverhältnissen und auch ökologisch näher steht (siehe auch Kap. 3.1.2.1.). Zu beachten ist auch die Affinität, welche die Ausbildung 3 zur Gesellschaft IV hin zeigt.

Während die Fettwiesen sich floristisch von den Mähdern klar abgrenzen lassen, stehen ihnen die Magerweiden viel näher. Die basiphilen Magerweiden (Einheit 21) lassen sich durch die ersten drei Komponenten überhaupt nicht von den basiphilen Mähdern (Einheiten IV) trennen (Abb.3b). Die floristischen Unterschiede zwischen Weiden und Mähwiesen sind natürlich im oligotrophen Bereich immer viel kleiner als im eutrophen. Einflüsse der Mahd und der Beweidung lassen sich oft nicht klar voneinander trennen. Auf extensiv und spät genutzten Weiden werden Bedingungen geschaffen, die jenen der extensiven Mähwiese sehr nahe kommen. Bei den azidophilen Weiden (Einheiten 19 und 20) ist auf der 1. Achse eine schwache Unterscheidung von den azidophilen Mähdern (Gesellschaft II) angedeutet (Abb. 3b). Vor allem die Einheit 20, die Magerweiden im Uebergang zur alpinen Stufe, hebt sich von der Einheit 5 infolge vermehrten Aufkommens alpiner Arten ab.

Die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Einheiten lassen sich auch anhand des Aehnlichkeitsbaumes (Abb. 5) sehr schön erkennen. Hier wurden nicht die einzelnen Aufnahmen, sondern die Einheiten als Ganzes (aufgrund der Stetigkeitstabelle) analysiert. Die Länge der Aeste (vertikale Linien) gibt den Verwandtschaftsgrad, gleichzeitig aber auch die "Güte" der Klassifikation an (kurze Aeste: nahe Verwandtschaft, hohe Feinheit der Gliederung). Auch hier lassen sich wiederum die Fettwiesen klar von der übrigen Vegetation abtrennen, die Magerweiden hingegen gliedern sich in die Gesamtvegetation der Mähder ein. Zu einzelnen Mähdereinheiten stehen sie in folgender Reihenfolge in zunehmendem Verwandtschaftsgrad: $20 < 19 < 18 < 21$.

Zur Definition einiger oft verwendeter Begriffe:

Gesellschaft	V	I	II	III	IV	VI
Einheit	15 16 17	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10 11	12 13 14	18 19 20 21
	Wiesen					(Mager-)
	Fett- wiesen	Mähder				Weiden
	nährstoffreiche Wiesen	Magerrasen			n. W.	Magerrasen

n.W. = nährstoffreiche Wiesen

4.1.1.4. Charakterisierung der Artengruppen

Die Gliederung der Arten in Gruppen soll die Charakterisierung der Vegetationseinheiten erleichtern. Die Arten wurden vorerst ausschliesslich nach ihrer Aehnlichkeit in der lokalen Verbreitung von Hand geordnet und gruppiert. Sodann wurden auch allgemein bekannte ökologische Verbreitungsmerkmale beachtet und soweit vertretbar mitberücksichtigt. Einige Arten wurden aufgrund ihrer lokalen ähnlichen Verbreitung in eine bestimmte Gruppe hineingenommen, obwohl sie in der ökologischen Charakterisierung von dieser abweichen. Sie sind in der Vegetations- und in der Stetigkeitstabelle mit * gekennzeichnet und werden im folgenden speziell erwähnt.

A Nährstoffzeiger; Arten der Fettwiesen

- A1 Arten auf tiefgründigen, tonigen, frischen bis ziemlich feuchten Böden der ebenen bis leicht geneigten Tallagen; zum Teil montane Arten
- A2 Arten mit weiter Verbreitung in feuchten bis wechsellrockenen Fettwiesen; zum Teil montane Arten
- A3 Arten, die grundwasserbeeinflusste Böden meiden; charakteristisch für die Goldhaferwiesen der Hanglagen
- A4 Lokale Artengruppe für die weniger üppigen Fettwiesenbestände der Hanglagen mit relativ mässigen Ansprüchen an Feuchtigkeit und Nährstoffe

B Nährstoffzeiger; Arten der Fettwiesen sowie der gedüngten und der natürlich nährstoffreichen Mähder (Gesellschaften V und I, Einheit 11); in Magerrasen vereinzelt und mit geringem Deckungswert vorkommend

- B1 Fettwiesenarten, die in den nährstoffreichsten Mähdern wesentlich am Bestandaufbau beteiligt sind; breite Höhenamplitude (kollin bis alpin), mit Ausnahme der *, welche ihren Verbreitungsschwerpunkt in der subalpinen Stufe haben
- B2 Arten mit deutlich geringerem Nährstoffzeigerwert als B1; schwach wärmeliebend; breite Höhenamplitude (kollin bis alpin)
- B3 Nährstoffzeiger mit Hauptverbreitung in der oberen subalpinen Stufe; v.a. in den nährstoffreichen Mähdern; in den Fettwiesen nur in höherer Lage
- C Schwache Nährstoff-, Feuchte-, teils auch Säurezeiger, die sich in den Fettwiesen nicht durchzusetzen vermögen; sie besiedeln aber die im allgemeinen weniger üppigen, nährstoffreichen Standorte höherer Lagen (v.a. sind sie auch in den Schneebodengesellschaften oder an wasserzügigen Hängen zu finden)
(Bei *Poa alpina* handelt es sich sehr wahrscheinlich um verschiedene Oekotypen)
- * *Primula elatior* ist eine Waldart der tieferen Lagen (v.a. des *Carpinion* und des *Fagion*) und kommt bis etwa 2200 m in Wiesen und Weiden vor
 - * *Luzula sieberi* ist auf den frischen bis feuchten, sauren und humosen Böden des *Piceetum subalpinum* und des *Rhododendro-Vaccinietum* beheimatet
 - * *Pedicularis foliosa* kommt im allgemeinen auf lockeren, ziemlich feuchten, kalkhaltigen, nährstoffreichen Böden vor, besonders im *Caricion ferrugineae*
- D Säure- und Magerkeitszeiger mit vorwiegend subalpiner Verbreitung
- D1 Arten, die bevorzugt an frischen bis leicht (wechsel-)feuchten, humusreichen Standorten vorkommen; wärmere (v.a. basenreiche) Standorte meidend
- D2 Arten, die auf den mittleren Feuchtigkeitsbereich beschränkt sind
- D3,D4 Arten der frischen bis wechsellückigen sauren Standorte; stärkere Säure- und Magerkeitszeiger als D2; lokal reichen sie allerdings mehr oder weniger stark in die basenreicheren Einheiten hinein (Einheiten IV, 21), vermutlich infolge oberflächlicher Versauerung dieser Standorte; zum Teil sind es typische Arten der Zwergstrauchheiden
- * *Viola calcarata* besiedelt im allgemeinen nährstoff- und basenreiche Böden, oft mit langer Schneebedeckung
 - * *Nigritella nigra* ist kein Säurezeiger; die Art kommt auch an kalkreichen Standorten vor
- E Starke Säure- und Magerkeitszeiger
- E1 Arten der mässig trockenen bis wechsellückigen, sehr sauren Standorte; v.a. hochsubalpin-alpine Arten
- E2 Arten der wechsellückigen, warmen Hänge
- E3 Wie E2; lokal auch mehr oder weniger stark in den basenreicheren Gesellschaften vertreten

- F Starke Säure- und Magerkeitszeiger, die allgemein ihren Schwerpunkt der Verbreitung in der alpinen Stufe haben; Arten des *Caricion curvulae* und des *Salicion herbaceae*
- G Arten mit grosser Verbreitung, die meist den ganzen pH-Bereich der Mähderstandorte umfassen
- G1 Teils schwache Nährstoffzeiger, sonst v.a. Magerkeitszeiger; hochstete Arten im ganzen Bereich der dargestellten Vegetation
* Bei der Artengruppe *Ranunculus montanus* s.l. wurde zwischen den Arten *R. montanus* s.str. und *R. grenierianus* nicht unterschieden, da sich diagnostische Schwierigkeiten ergaben
 - G2 Arten, die leichte Feuchte- und Nährstoffansprüche zeigen (Bedeckungsgrad!); die basenärmsten Standorte eher meidend; charakteristische Hochstete der Mähder und Magerweiden im Untersuchungsgebiet
 - G3 Magerkeitszeiger, die sehr frische Standorte meiden; hochstet in den Mähdern und Magerweiden mit Ausnahme der frischen, nährstoffreichen Einheit 1
 - G4 Magerkeits- und schwache Basenzeiger; sehr frische und sehr saure Standorte meidend
- H Arten der feuchten bis frischen, tiefgründigen, feinerdereichen, basischen Böden
* *Dianthus superbus* kommt im allgemeinen eher auf steinigem, wechselfeuchten, stickstoffarmen Böden vor
- I Basenzeiger wärmerer bzw. trockenerer Standorte; Magerkeitszeiger
- I1 Wärmeliebende Arten steinigem, mässig frischem Böden; auch in Fettwiesen vorkommend (dort eigentlich Magerkeitszeiger)
 - I2 Auf oft tiefgründigen, mässig trockenen Böden; auch in mageren Fettwiesen
 - I3 Wechsell Trockenheitszeiger
* *Potentilla erecta* ist gegenüber dem Basengehalt indifferent
 - I4 Trockenheitszeiger
 - I5 Arten mässig trockener bis wechsell trockener Böden
 - I6,I7 Trockenheitszeigende Arten, die in den natürlich nährstoffreichen Mähdern (Einheiten 1-4) nicht vorkommen
* *Antennaria dioeca* wird oft als azidophile Art bezeichnet und kommt auch im *Nardetum* besonders häufig vor; sie besiedelt jedoch an warmen, früh oder ganz schneefreien Stellen oft auch kalkhaltige Böden
* *Primula farinosa* ist in tieferen Lagen vor allem an feuchten, in der subalpinen Stufe an feuchten bis wechsell trockenen Standorten zu finden
- K Starke Basenzeiger; Magerkeitszeiger
- K1 Arten, die an wärmeren, sowohl flachgründigen, steinigem, wie auch tiefgründigen Standorten vorkommen

- K2,K3 Arten wechselfeuchter, warmer Standorte mit Verbreitung nur in den basenreicheren Gesellschaften
 * *Potentilla grandiflora* kommt im allgemeinen an basenhaltigen, jedoch kalkfreien Standorten vor
- K4 Arten meist wechselfeuchter, tonreicher Standorte
- K5 Arten feuchter bis frischer, wasserzügiger, kalkhaltiger Standorte
 * *Salix retusa* hat den Verbreitungsschwerpunkt auf kalkhaltigem, feinerdearmem Ruhschutt mit langer Schneebedeckung (*Salicetum retusae-reticulatae* Br.-Bl. 1926)

4.1.2. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Bei den nachfolgenden Ergebnissen ist zu beachten, dass sie sich nicht auf das ganze Bodenprofil beziehen, sondern auf den Oberboden (0-12 cm) beschränkt sind. Obwohl dieser Bereich den Hauptwurzelraum umfasst, wurzeln die meisten Pflanzen natürlich viel tiefer. In den Bodenprofilen wurden Feinwurzeln in 1 m Tiefe gefunden. Aus arbeitstechnischen Gründen war es nicht möglich, im Rahmen dieser Arbeit profilumfassende Untersuchungen durchzuführen. Die in dieser Hinsicht beschränkte Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse muss deshalb bei der Interpretation beachtet werden.

4.1.2.1. Chemische Eigenschaften des Oberbodens

a) Azidität. Der pH-Wert des Bodens ist eine einfach und rasch zu bestimmende Grösse und wird deshalb in der ökologischen Pflanzensoziologie gerne berücksichtigt. Er darf aber nicht einfach als unabhängige Variable betrachtet werden, sondern nur als ein "Ausdruck, der die Wechselwirkung der für den Boden kennzeichnenden übrigen Bedingungen widerspiegelt" (ELLENBERG 1958). So vermittelt er ein Bild über die Verfügbarkeit verschiedener Nährionen, die Bedingungen der Nitrifizierung, das Auftreten toxisch wirkender Al-Ionen und die Lebensbedingungen der Bodenorganismen (SCHEFFER et al. 1982).

Die Spanne der gemessenen pH(CaCl₂)-Werte reicht in den Fettwiesen von 4.4 bis 5.8, in den Mähdern und Magerweiden von 3.7 bis 6.9, also von stark sauer bis schwach alkalisch (Vergleichswerte von pH(H₂O) liegen nach SCHEFFER et al. [1982] um 0.4 bis 0.6 Einheiten). Alle untersuchten Stand-

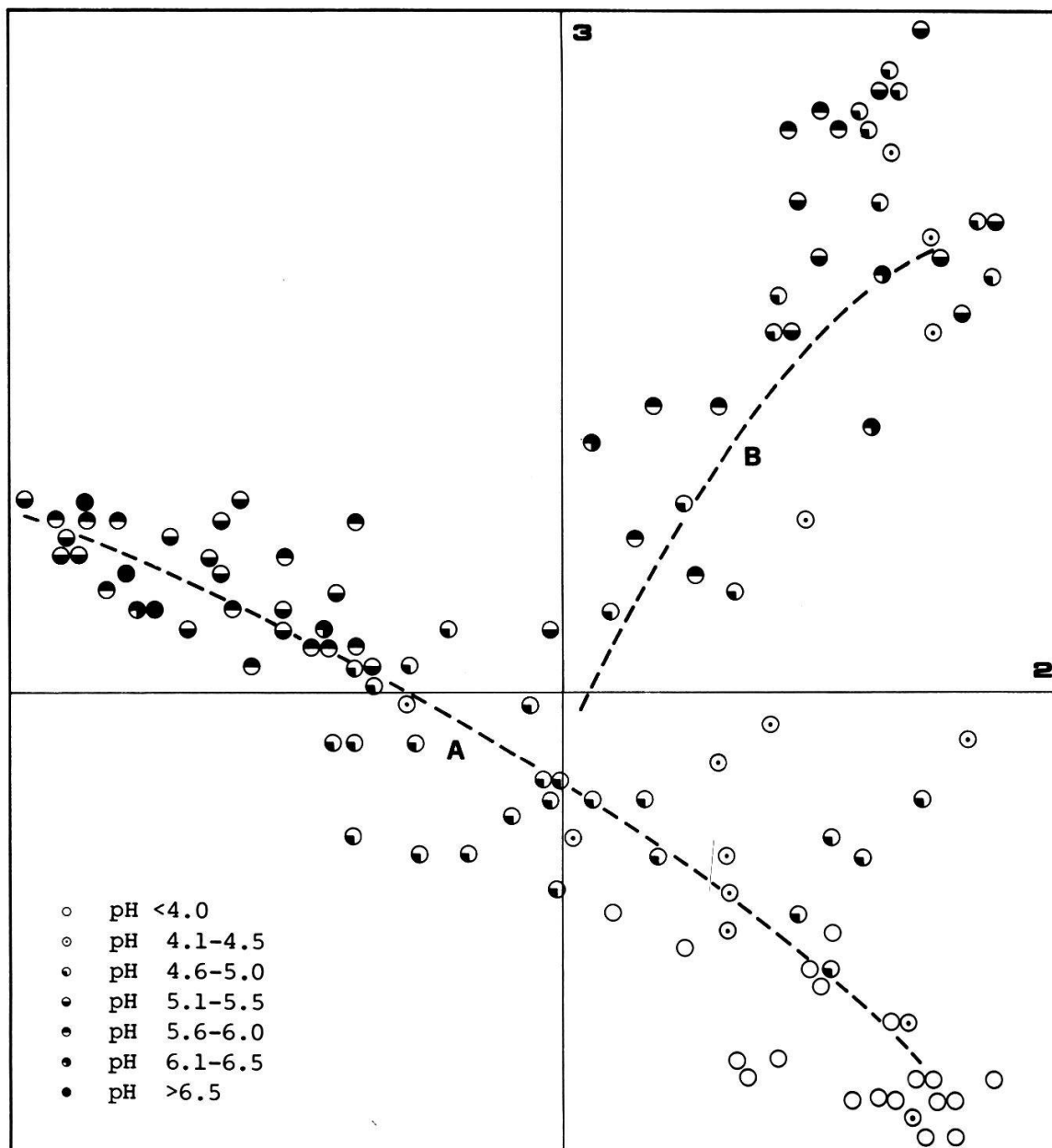


Abb. 6. pH-Werte des Oberbodens von 118 Vegetationsaufnahmen im Aehnlichkeitsmodell der Vegetation (s. Abb. 3, 2. und 3. Achse); Proben aus 5-7 cm Tiefe
 (A und B: Vegetationsgradienten)

pH-values of the topsoil (5-7 cm) in 118 plots where relevés were taken; ordination of the relevés by principal component analysis. A and B indicate the two principal vegetation gradients (cf. Fig. 3, axis 2 and 3)

orte dürften somit nach KINZEL (1982) noch über der pH-Grenze liegen, unter welcher die Al-Ionen in toxischen Konzentrationen dissoziiert werden. Hingegen ist anzunehmen, dass sich die zum Teil doch recht tiefen pH-Werte auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen, v.a. von Phosphat, und auf die biologische Aktivität des Bodens negativ auswirken.

Um die pH-Werte mit der Vegetationsdecke vergleichen zu können, wurden sie in das Ordinationsmodell übertragen (Abb. 6). Es zeigt sich, dass der Vegetationsgradient A sehr gut mit einem pH-Gradienten korreliert. Von der Gesellschaft II (unten rechts) nehmen die Werte ziemlich kontinuierlich

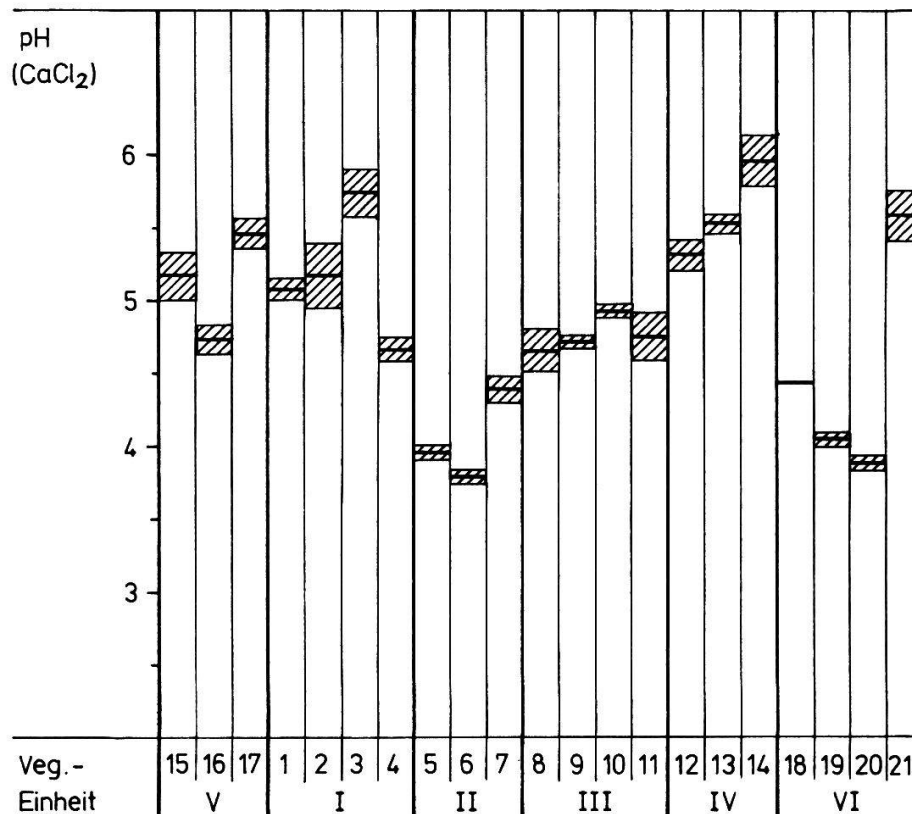


Abb. 7. pH-Mittelwerte im Oberboden der Vegetationseinheiten unter Angabe des mittleren Fehlers (s_x/\sqrt{n}); Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle.

Means and standard errors (s_x/\sqrt{n}) of the pH-values of the topsoil (5-7 cm) in the vegetation units distinguished. Vegetation units arranged as in vegetation table

über III zu IV (Mitte links) hin zu (vgl. auch Abb. 3). Der Vegetationsgradient B hingegen verhält sich zum pH-Wert eher indifferent.

Vergleicht man die Mittelwerte der Vegetationseinheiten untereinander (Abb. 7), so lassen sich zum grossen Teil klare, signifikante Unterschiede feststellen.

b) *Organische Substanz*. Die organische Substanz des Bodens beeinflusst die Bodenbildungsprozesse und die Bodeneigenschaften, insbesondere in

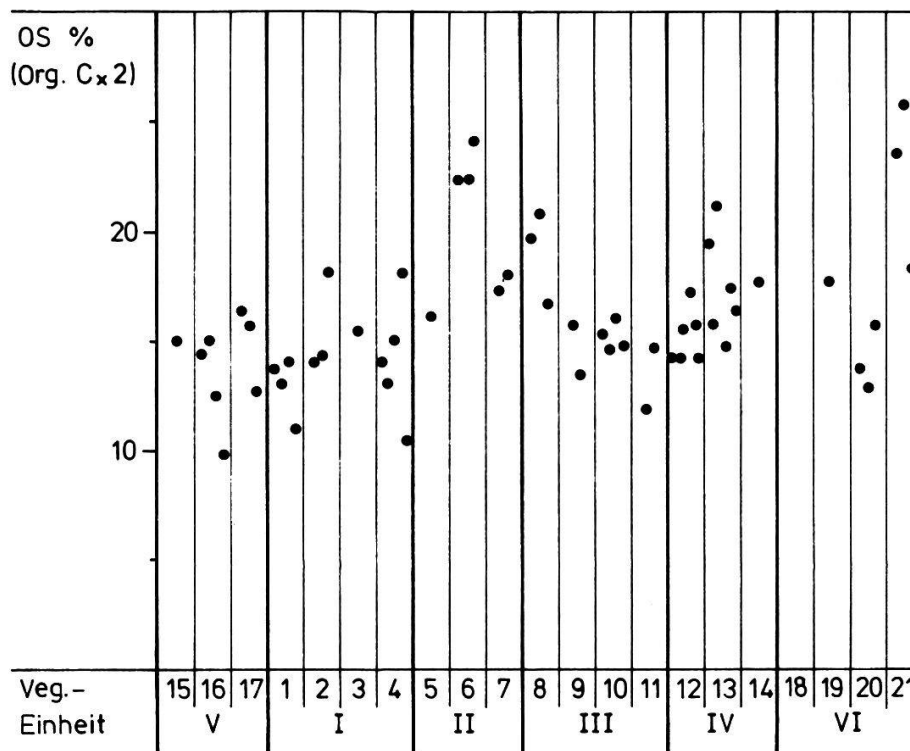


Abb. 8. Organische Substanz des Oberbodens von 59 Vegetationsaufnahmen; Proben aus 0-12 cm Tiefe; OS% bezeichnet den Gesamtgehalt, berechnet aus % org. C x Faktor 2; Anordnung der Vegetationseinheiten analog zur Vegetationstabelle.

Content of organic substances in the topsoil (0-12 cm below ground) of 59 plots where relevés were taken. OS% stands for total content, defined as OS% = 2 x percentage of organic carbon. Vegetation units arranged as in vegetation table

ihrer Funktion als Speicher von Energie und Nährstoffen. Gehalt und Eigenschaften werden massgebend durch das Klima und die Art und Menge der anfallenden Streue bestimmt.

Nach DANNEBERG et al. (1980) sind die im Laufe des Jahreszyklus auftretenden Veränderungen des im Boden gespeicherten Humus gering. Allerdings beziehen sich die Autoren auf Untersuchungen an einem alpinen Pseudogley eines *Curvuletums*. Unter subalpinen Verhältnissen dürfte die Dynamik der C- und N-Kreisläufe sowie der Huminsäuren je nach Wärmehaushalt und anfallendem Gründünger ausgeprägter sein. REHDER (1970) hat beim Kohlenstoffgehalt der Böden in einem nicht genutzten "*Seslerietum*" Schwankungen im Jahresverlauf festgestellt, nicht aber im "*Caricetum ferrugineae*" oder im "*Nardetum*".

Die untersuchten Proben weisen Gehalte zwischen 10 und 25% auf (Abb. 8). Die Böden sind somit ziemlich bis sehr humusreich. Allgemein ist bei den Magerrasen eine grössere Streuung mit zum Teil viel höheren Gehalten zu beobachten als bei den Fettwiesen. Unterschiedliche, teilweise hohe Anteile an Ericaceen in den Beständen der Magerrasen können dort zur Ansammlung von Rohhumus führen. Darüber hinaus ist der Nutzungsrhythmus und die Nutzungsintensität hier viel weniger einheitlich als bei nährstoffreichen, hochproduktiven Wiesen, was den Vergleich punktueller Gehaltsmessungen erschwert.

c. *Austauschbare Kationen*. Die hier ermittelte potentielle Kationenumtauschkapazität (KUK) hängt in mitteleuropäischen Böden im wesentlichen mit den Gehalten an Tonmineralien und organischer Substanz zusammen. Die effektive Umtauschkapazität wird dagegen noch zusätzlich vom pH bestimmt. Ebenfalls eng mit der Azidität ist die Zusammensetzung des Kationenbelages verbunden (SCHEFFER et al. 1982).

Eine sehr breite Spanne weisen die gemessenen KUK-Werte auf, wobei die Extreme (10.7 und 52.6 mval/100 g Boden) auch hier wie beim pH wiederum bei den Magerrasen zu finden sind (Abb. 9). Innerhalb der Vegetationseinheiten sind die Streuungen zum Teil beträchtlich. Trotzdem wird im Gesamtbild deutlich ein Trend sichtbar, und die Extremstandorte lassen sich gut charakterisieren, so vor allem die Einheiten 4, II, IV und 20. Trennt man von der KUK die H-Ionen ab und betrachtet die Gehalte an aus-

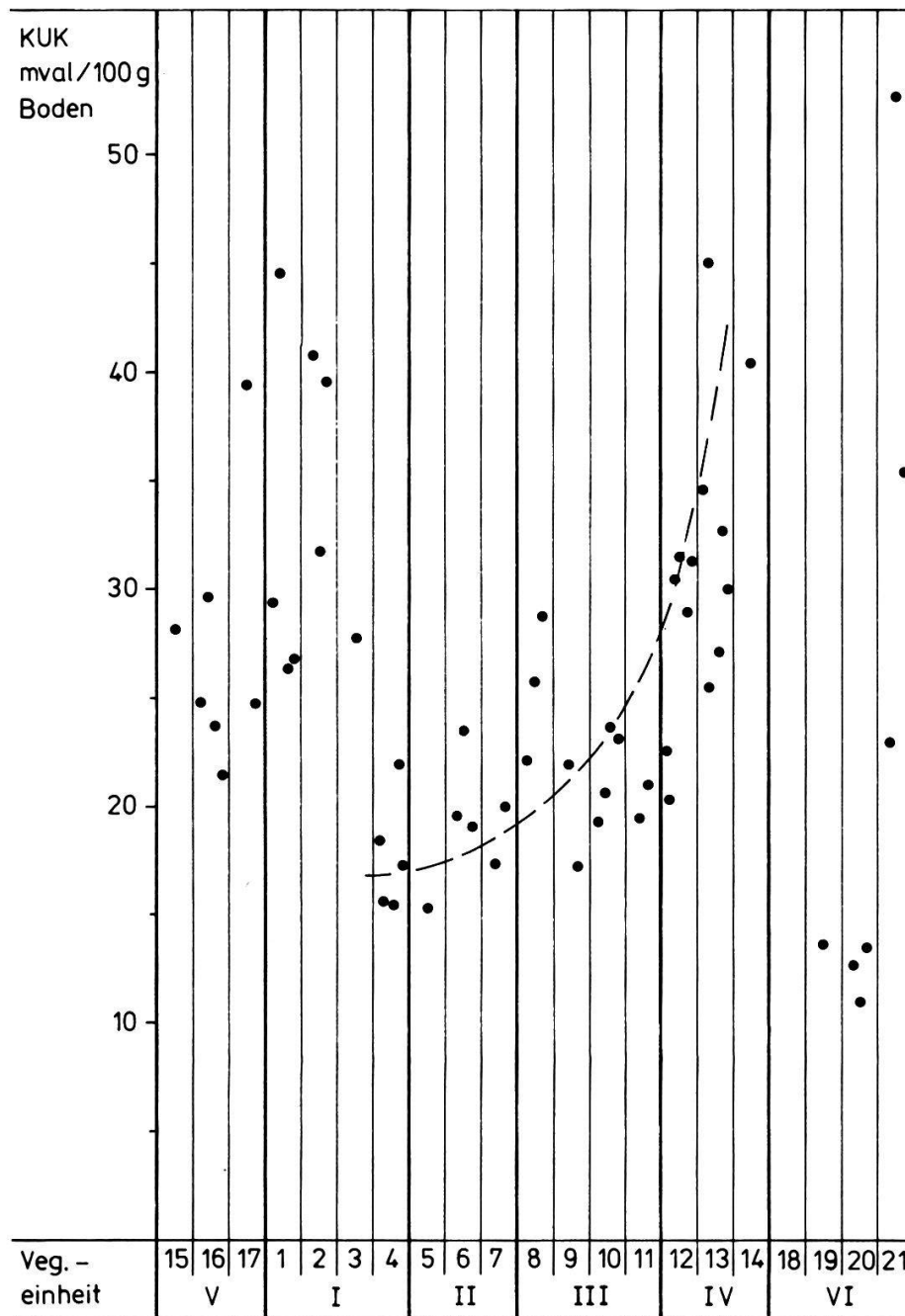


Abb. 9. Kationenumtauschkapazität (KUK) im Oberboden von 59 Vegetationsaufnahmen; Proben aus 0-12 cm Tiefe; Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle.

Cation exchange capacity (KUK) in the topsoil (0-12 cm below ground) of 59 plots where relevés were taken; the dash line emphasizes the tendency observed. Vegetation units arranges as in vegetation table

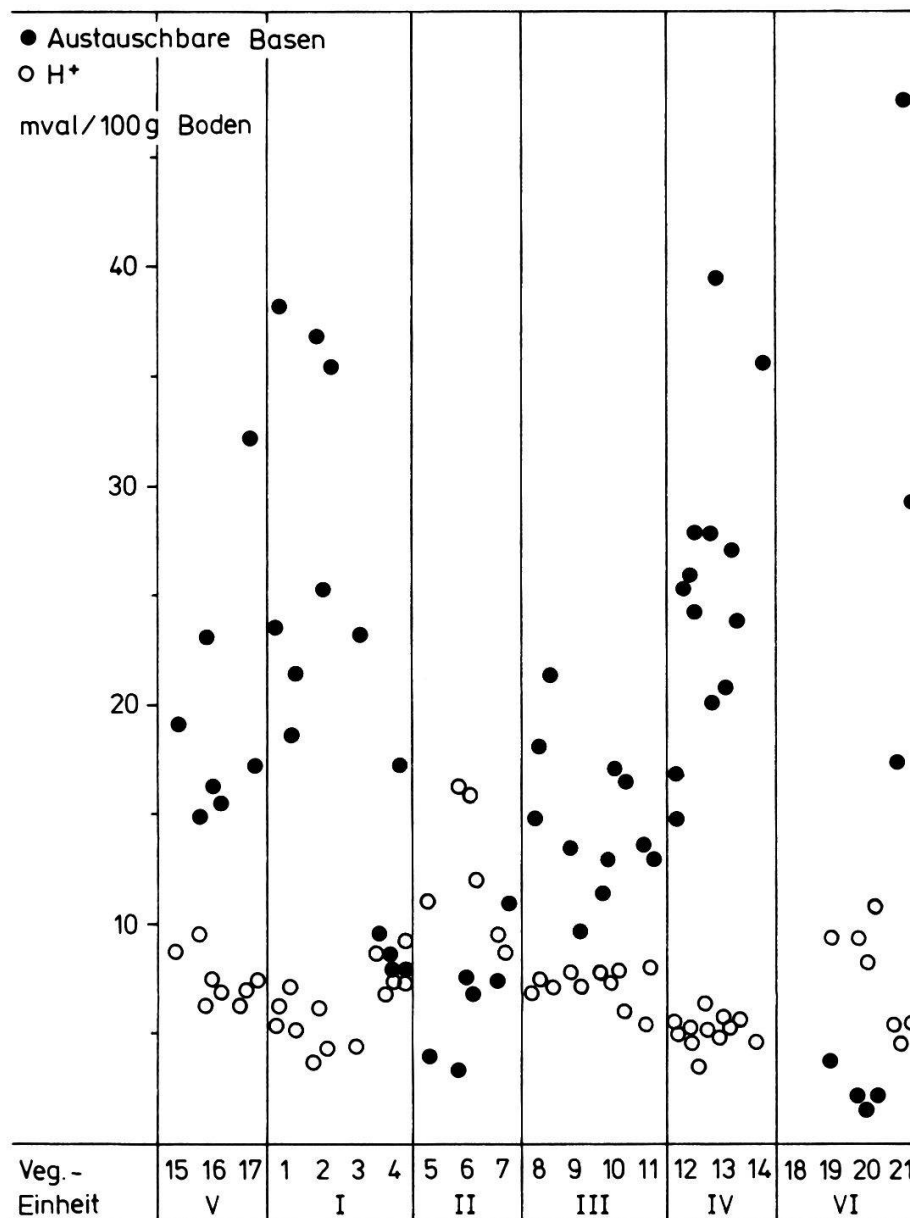


Abb. 10. Austauschbare Basen (●) und austauschbare H-Ionen (○) im Oberboden von 59 Vegetationsaufnahmen; Proben aus 0-12 cm Tiefe; Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle.

Amount of exchangeable bases (●) and exchangeable H-ions (○) in the topsoil (0-12 cm below ground) of 59 plots where relevés were taken. Vegetation units arranged as in vegetation table

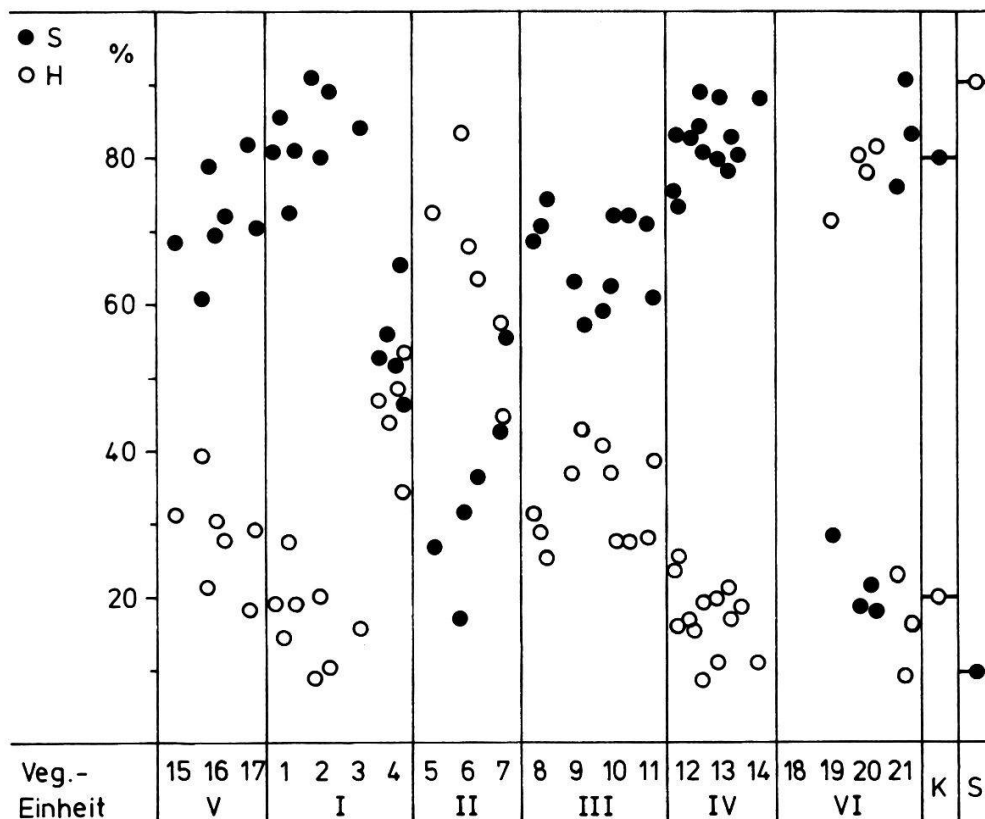


Abb. 11. Basensättigungsgrad (S%) und H^+ -Sättigung (H%) im Oberboden von 59 Vegetationsaufnahmen; Proben aus 0-12 cm Tiefe; Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle; zum Vergleich sind die Mittelwerte der Karbonat- und Silikatstandorte (K, S) nach GIGON (1971) angegeben.

Saturation of bases (S%) and saturation of H-ions (H%) in the topsoil (0-12 cm below ground) of 59 plots where relevés were taken. Vegetation units arranged as in vegetation table. Means for calcareous (K) and siliceous (S) soils reported by GIGON (1971) for the same area are given for comparison

tauschbaren Basen, so kommt die gleiche Tendenz noch klarer zum Vorschein (Abb. 10). Dies hängt mit der Tatsache zusammen, dass die Menge austauschbarer H-Ionen oft negativ mit der potentiellen Kationenumtauschkapazität korreliert ist.

Eine noch deutlichere Differenzierung der Vegetationseinheiten zeigt der Basensättigungsgrad (Abb. 11). In diesem Parameter ist die KUK überall

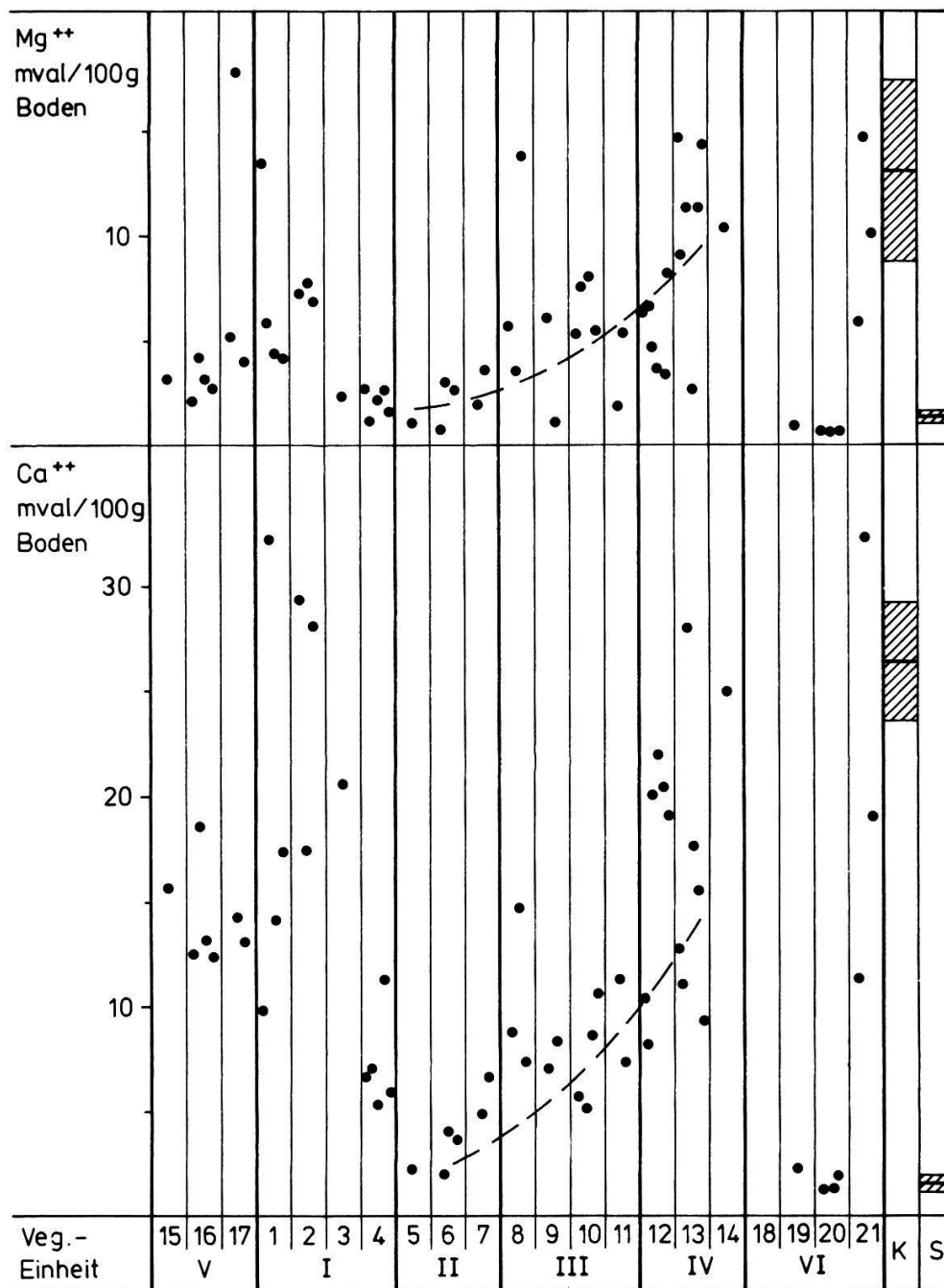


Abb. 12. Austauschbares Mg^{++} und Ca^{++} im Oberboden von 59 Vegetationsaufnahmen; Proben aus 0-12 cm Tiefe; Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle; zum Vergleich sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Karbonat- und Silikatstandorte (K, S) nach GIGON (1971) angegeben.

Amount of exchangeable Mg^{++} and Ca^{++} in the topsoil (0-12 cm below ground) of 59 plots where relevés were taken. Vegetation units arranged as in vegetation table. Means and standard deviations for calcareous (K) and siliceous (S) soils reported by GIGON (1971) for the same area are given for comparison

gleich 100% gesetzt. Damit werden die ohnehin schon hohen Absolutwerte der H-Ionen an den Standorten mit niedriger KUK relativ erhöht, während die hohen Werte austauschbarer Basen an den Standorten mit hoher KUK relativ erniedrigt werden.

Von den austauschbaren Basen erreichen nur Ca^{++} und Mg^{++} höhere Werte. Die Na^+ -Gehalte variieren zwischen 0.04 und 0.17, die K^+ -Gehalte zwischen 0.2 und 0.73 mval/100 g Boden.

Der Gehalt an Ca^{++} und Mg^{++} wie auch ihr Verhältnis zueinander werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Auf die unterschiedliche Art des Muttergesteins ist bereits in Kap. 2.4 hingewiesen worden. Im weiteren ist die Adsorbierbarkeit im Boden von Ca^{++} grösser als von Mg^{++} , welches deshalb mehr der physikalisch-chemischen Auswaschung unterliegt. In Zufuhrlagen werden die Böden zudem dauernd mit Basen versorgt, was bei der Gesellschaft I der Fall sein dürfte.

Die Ca^{++} -reichen Standorte sind im allgemeinen auch durch hohe Mg^{++} -Gehalte gekennzeichnet (Abb. 12). Die zunehmende Tendenz von Gesellschaft II zu IV ist für beide Ionengehalte deutlich erkennbar. Dabei kann aber das Verhältnis $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ im Einzelfall grosse Unterschiede aufweisen. Dies ist auf die oben erwähnten Faktoren zurückzuführen. Die Extremwerte lassen sich gut mit den Ergebnissen von GIGON (1971) vergleichen: die Gehalte der basenreichsten Standorte entsprechen jenen seiner Karbonatrasen ("*Seslerio-Semperviretum*"), die Gehalte der basenärmsten jenen seiner Silikatrassen ("*Nardetum*") (Abb. 12). Interessant ist die relativ starke Streuung des Ca^{++} -Gehaltes bei den basenreichen Standorten. Dies könnte mit der These von GIGON (1983) übereinstimmen, wonach oberhalb einer bestimmten Schwelle des Ca^{++} -Gehaltes der Anteil an "typischen *Seslerietum*-Arten" nicht mehr mit diesem korreliert. Hingegen korreliert nach dieser These der Anteil an "typischen *Nardetum*-Arten" unterhalb dieser Schwelle sehr stark mit dem Ca^{++} -Gehalt.

d) *Versorgung der Böden mit P_2O_5 und K_2O .* Aus den Analysenergebnissen wurden die in der landwirtschaftlichen Praxis üblichen Testzahlen zur Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden ermittelt (siehe FORSCHUNGSANSTALTEN 1972). Für die Beurteilung des Nährstoffzustandes muss in speziellen Fällen auf den Bodentyp Rücksicht genommen werden. Deshalb ist bei den

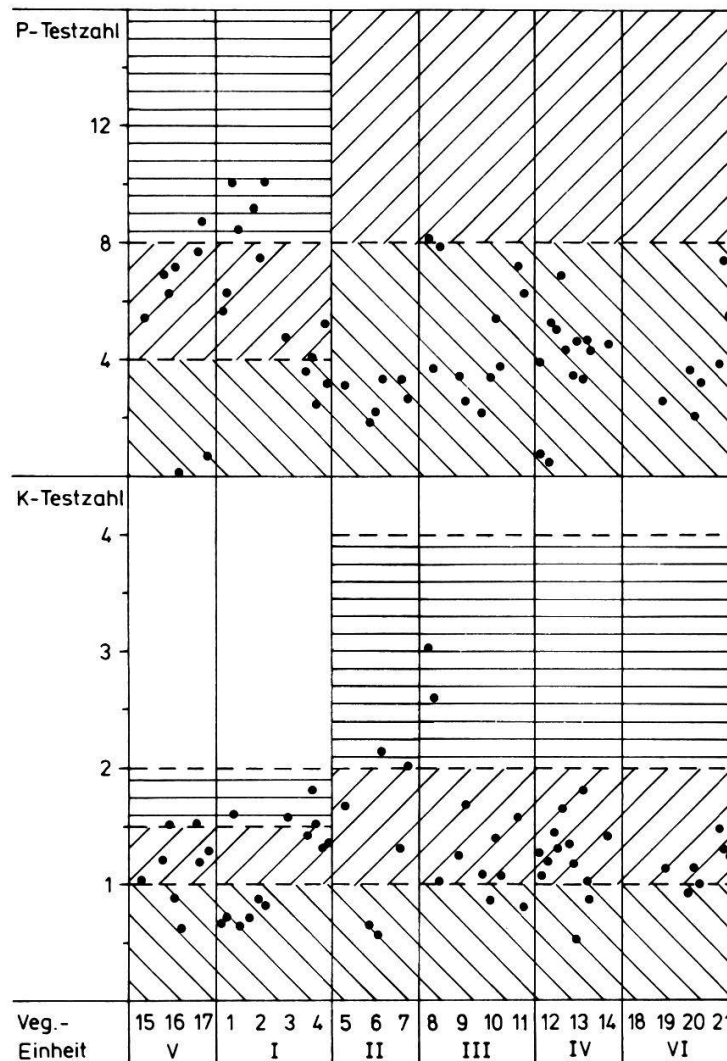


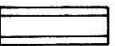
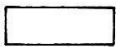


Abb 13. P- und K-Testzahlen der Böden von 59 Vegetationsaufnahmen; Proben aus 0-12 cm Tiefe; Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle (zur unterschiedlichen Beurteilung der Einheiten siehe Erklärung im Text).

Phosphorus (P) and potassium (K) "test values" for the top soil (0-12 cm below ground) of 59 plots where relevés were taken. Vegetation units arranged as in vegetation table. Regarding the nutrient supply, a given "test value" can lead to different interpretations for soil types.

Beurteilung des Nährstoffzustandes anhand der Testzahlen (FORSCHUNGSANSTALTEN 1972):

Based on the "test values" (FORSCHUNGSANSTALTEN 1972) the nutrient supply is considered as follows:

arm		mässig		genügend		Vorrat	
poor		moderate		sufficient		abundant	

Böden der Mähder und Magerweiden, die als eher schluffig und humusreich eingestuft werden müssen (Gesellschaften II, III, IV, VI), eine von den tonreicheren Böden (Gesellschaften V, I) abweichende Beurteilung notwendig. Zu beachten ist auch, dass einige Böden sehr skelettreich sind, was natürlich den auf das Bodenvolumen bezogenen Nährstoffgehalt reduziert.

Ueber mässig *Phosphat* verfügen die meisten Böden der Fettwiesen sowie der Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte (Gesellschaften V und I) (Abb. 13). Die Versorgung der Böden der übrigen Mähder und der Magerweiden muss als arm bis sehr arm bezeichnet werden.

Die Beurteilung der K_2O -Versorgung fällt vor allem in den Magerrasen etwas besser aus. Allgemein liegt der Schwerpunkt bei "mässig", wobei das Spektrum von "arm" bis "genügend" reicht.

Zum Vergleich können die Untersuchungen in Naturwiesen am Schamserberg (Graubünden) von DIETL (1973) herangezogen werden, in denen für die einzelnen Gesellschaften eine mit den vorliegenden Ergebnissen ziemlich übereinstimmende Nährstoffversorgung festgestellt wurde.

4.1.2.2. Bodenprofile

Der verbreitetste Bodentyp der untersuchten Varianten ist eine subalpine mässig saure bis saure Braunerde (FAO-Klassifikation: Dystric Cambisol). Drei Profilbeschreibungen aus verschiedenen Vegetationstypen (3, 9, 17) sollen diesen Bodentyp charakterisieren (Abb. 14).

Bei allen drei Profilen handelt es sich um mittel- bis tiefgründige, frische, gut durchlüftete Böden. Ueberall war Hangwasserdurchfluss, bei Profil 3 ein starker Hangwasserdruck in 80 cm Tiefe zu beobachten. Der Skelettanteil ist bei den Profilen 1 und 2 im B-Horizont beträchtlich (bis 70%), im A-Horizont geringer (10-25%). Das Profil 3 hingegen weist auch im B-Horizont nicht mehr als etwa 10% Skelettanteil auf. Die Körnung der Feinerde ist bei allen Böden schluffig bis sandig und nur in der Tiefe leicht tonig bis tonreich. Mit 6-7 cm pflanzenverfügbarem Wasser reicht der Vorrat für 2-4 Wochen. Der Humus tritt in der Form von Mull auf. In allen Böden herrscht eine starke Wurmtätigkeit, und der Abbau von Pflanzenresten geht sehr rasch vor sich.

Das Muttergestein des Profils 1 besteht praktisch nur aus Serpentin. Bei den Profilen 2 und 3 besteht die Möglichkeit, dass ein früherer BC-Horizont überschüttet wurde und sich daraus der heutige Boden entwickelt hat. Der IIC-Horizont besteht aus verschiedensten Gesteinen, während der BC-Horizont dolomitfrei ist.

Die chemischen Analysen ergeben für die Profile 1 und 3 hohe Basengehalte in den A-Horizonten, welche von der Mineralisierung des Streuematerials herkommen. Nach unten nehmen die Gehalte im allgemeinen zuerst ab (B-Horizont), dann aber im Bereich der Muttergesteinshorizonte wieder zu, vor allem der Ca^{++} -Gehalt in den Profilen 2 und 3. Im Profil 1 hingegen überwiegt das vom Serpentin herkommende Mg^{++} . Eine analoge Basenverteilung hat auch CAFLISCH (1974) in seinen Untersuchungen über subalpine Serpentinböden bei Davos sehr schön herausgearbeitet.

Obwohl Serpentin im Untersuchungsgebiet ein verbreitetes Gestein ist, soll auf seine sonstigen Eigenschaften, vor allem die vermutete Wirkung von Cr

Abb. 14 (S. 45). Bodenprofile aus drei verschiedenen Vegetationseinheiten (subalpine, mässig saure bis saure Braunerden).

Profil 1: 1845 m ü.M., SSO, 35% Neigung; Terrassenabhäng, leicht konkav; Vegetationsaufnahme Nr. 201, Einheit 17; einschürige Fettwiese mit sporadischer Herbstweide, Stalldüngung

Profil 2: 1960 m ü.M., SO, 40% Neigung; gleichförmiger, flacher Hang, gegen oben leicht konvex, mässige Windexposition; Vegetationsaufnahme Nr. 12, Einheit 9; halbschüriges, ungedüngtes Mahd

Profil 3: 2060 m ü.M. SSO, 25% Neigung; Terrassenabhäng; lokal ganz leicht konkav; Nähe Vegetationsaufnahme Nr. 260, Einheit 3; halbschüriges, ungedüngtes Mahd

Fig. 14 (p. 45). Soil profiles of three different vegetation units (Cambisols, FAO classification)

Profile 1: 1845 m a.s.l.; aspect SSO; slope 35%; verge of terrace, slightly concave; relevé No. 201, unit 17; fertilized grassland cut once a year, occasionally grazed in fall, fertilized with manure

Profile 2: 1960 m a.s.l.; aspect SO; slope 40%; uniform slope, at upper edge slightly convex, moderately exposed to the wind; relevé No. 12, unit 9; cut once every second year, not fertilized

Profile 3: 2060 m a.s.l.; aspect SSO; slope 25%; verge of terrace, slightly concave in places; near relevé No. 260, unit 3; cut once every second year, not fertilized

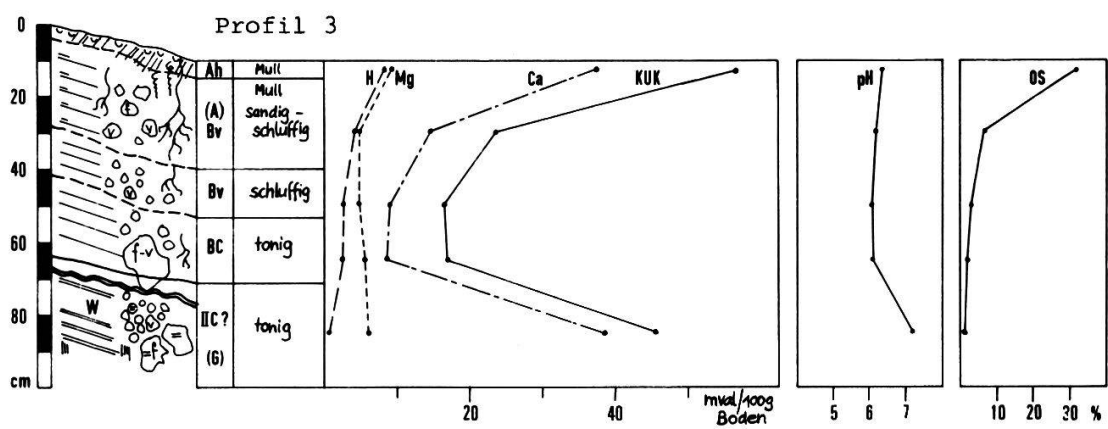
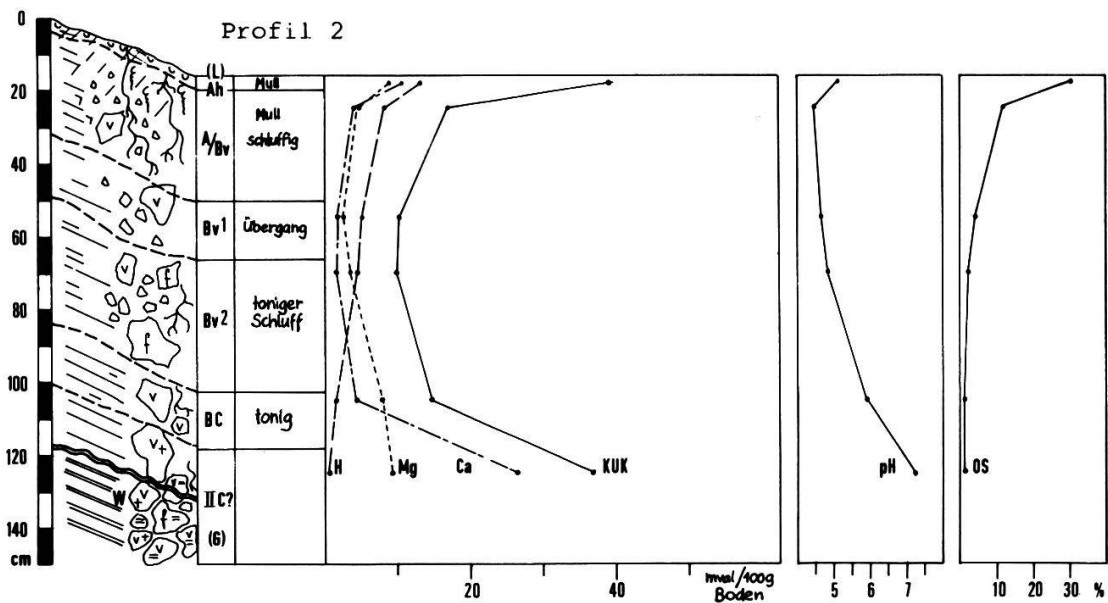
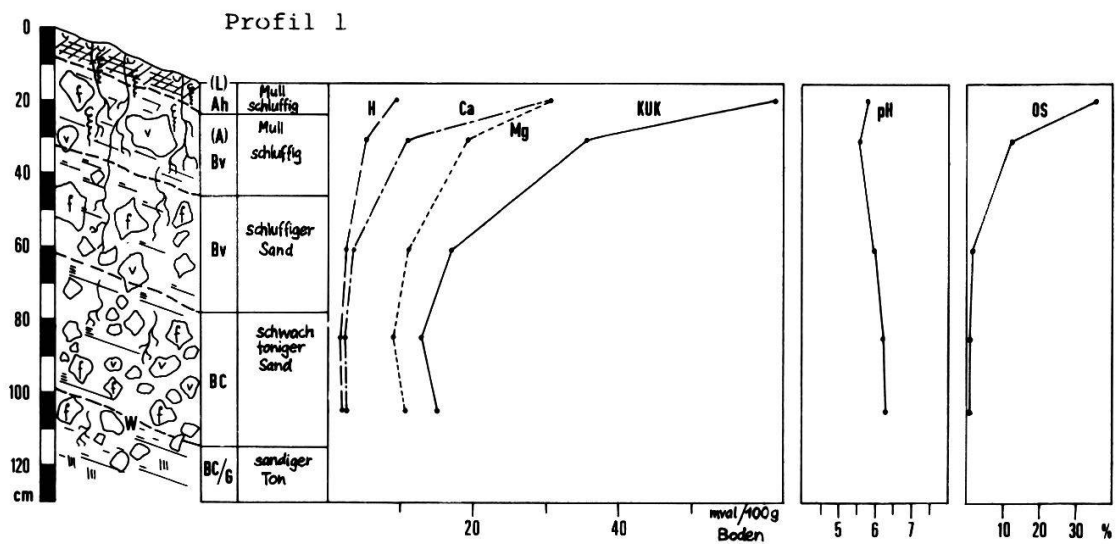


Abb. 14

und Ni nicht näher eingegangen werden. In Anbetracht der tiefgründigen Bodenentwicklung dürften diese Eigenschaften von geringer Bedeutung sein.

4.1.3. Zeigerwertanalyse

Die Anwendung von Zeigerwertzahlen zur Charakterisierung von Standorten geht von gewissen Annahmen über das ökologische Verhalten von Pflanzenarten aus. Eine Korrelation dieser Standortscharakterisierung mit dem Vorkommen der Arten und mit den Pflanzengesellschaften ist deshalb bereits vorgegeben. Es ist wichtig, dass direkte Standortsmessungen und Ergebnisse der Zeigerwertanalyse klar auseinander gehalten werden, wobei ein Vergleich natürlich interessant sein kann.

Bei den mittleren Zeigerwerten der Vegetationsaufnahmen muss berücksichtigt werden, dass diese weniger weit von der Mitte abweichen, als es den Standortsfaktoren entsprechen würde, da sehr viele Pflanzen mit mittleren Zeigereigenschaften auch unter extremeren Verhältnissen noch vorkommen. Kleine Abweichungen der mittleren Zeigerwerte haben deshalb grössere Aussagekraft als bei den einzelnen Arten. Für die Erklärung der Zeigerwerte sowie das allgemeine Aussagevermögen wird auf LANDOLT (1977a) verwiesen. In Abb. 15 sind die Mittelwerte und mittleren Fehler (s_x/\sqrt{n}) der Vegetationseinheiten graphisch dargestellt.

In den *Feuchtezahlen* zeigen die Fettwiesentypen eine klare Abstufung. Bei den Mähdern ist ein abnehmender Gradient von Einheit 1 zu 14 zu beobachten, allerdings mit zwei Ausnahmen: Einheit 6, welche bei den azidophilen Mähdern eine Trockenheitsvariante darstellt, sowie 11, wo infolge Düngung eine Anzahl von Fettwiesenpflanzen vorkommen. Die basiphilen Magerrasen

Abb. 15 (S. 47). Mittlere Zeigerwerte und mittlere Fehler (S_x/\sqrt{n}) der Vegetationseinheiten, berechnet aus den mittleren Zeigerwerten der Vegetationsaufnahmen (LANDOLT 1977a). Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle.

Fig. 15 (p. 47). Means and standard errors (s_x/\sqrt{n}) for the indicator values of the different vegetation units, calculated from the means of the indicator values of the individual relevés (LANDOLT 1977a). Vegetation units arranged as in vegetation table

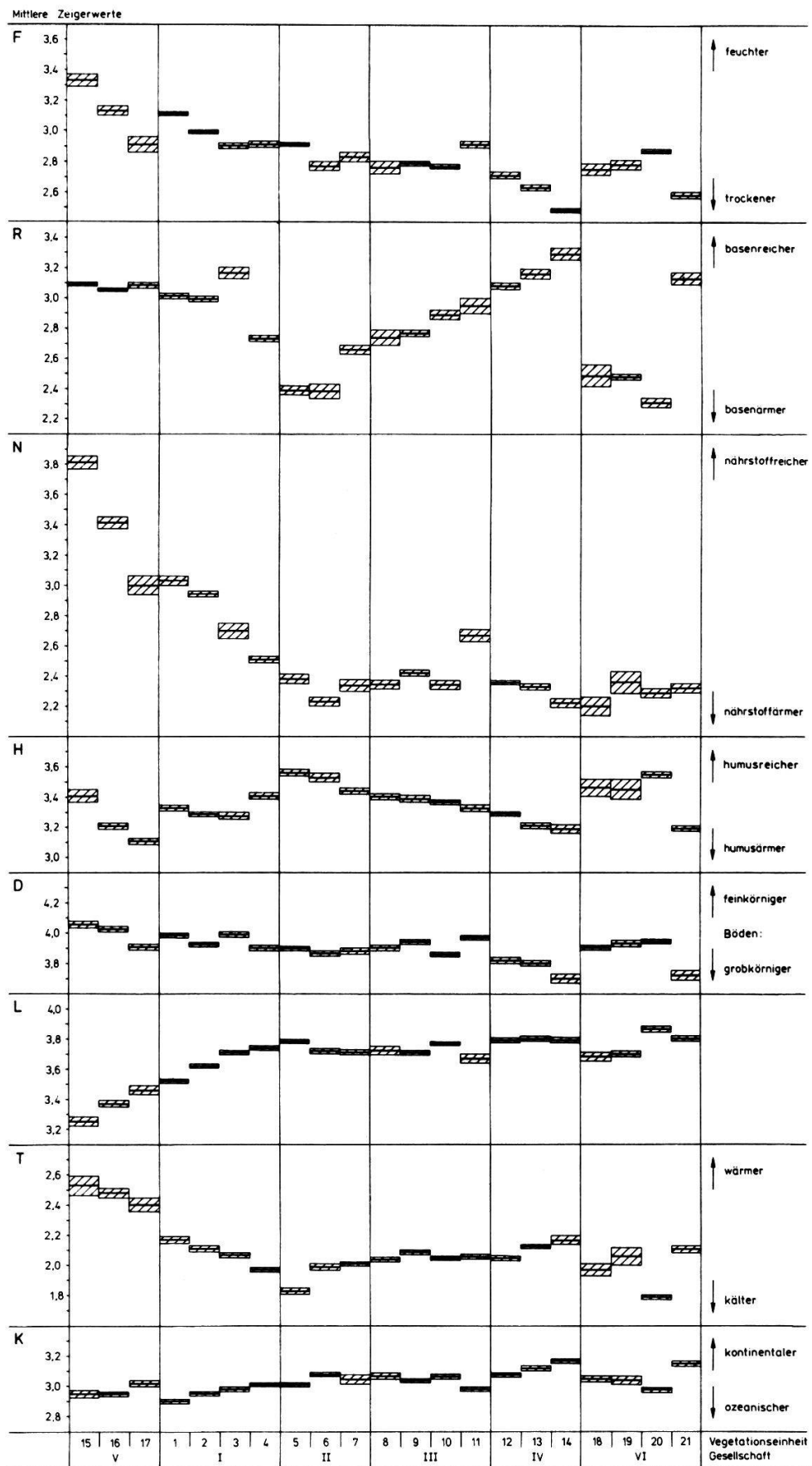


Abb. 15

weisen durch ihre Artenzusammensetzung auf die relativ niedrigste Feuchtigkeit hin.

Die *Reaktionszahl* widerspiegelt im Bereich der Gesellschaften II bis IV sehr schön einen Basengradienten. Sehr klar ist auch die Trennung der Einheiten 3 und 4, sowie der Weidegesellschaft 21 von den übrigen Weideeinheiten. Ein Vergleich der Reaktionszahlen mit den gemessenen pH-Werten (Abb. 7) lässt eine gute Uebereinstimmung feststellen. Abweichungen findet man bei den Fettwiesen und der gedüngten Einheit 11, ein Hinweis vielleicht darauf, dass durch die Düngung die Azidität in ihrer Bedeutung zurückgedrängt wird.

Mittels der *Nährstoffzahl* erscheint ein starker Gradient von den Fettwiesen über die Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte (I) zu den Magerrasen. Die Mähdergesellschaften II, III und IV unterscheiden sich in der Nährstoffzahl nur schwach, hingegen hebt sich die Einheit I deutlich von ihnen ab. Interessant ist die starke Parallelität zwischen den Feuchte- und Nährstoffzahlen (mit Ausnahme der Weiden). Vergleicht man dabei alle Wiesen mit Düngungseinfluss (V, 11) mit den ungedüngten, so fallen dort die relativ höheren Nährstoffzahlen auf. Die Vermutung, wonach bei den ungedüngten Mähdern Wasser- und Nährstoffhaushalt eng zusammenhängen, scheint dadurch eine Bestätigung zu finden (siehe auch LÜDI 1921). Auch die Wirkung der früher noch häufig gepflegten Bewässerung der Mähder muss in diesem Lichte betrachtet werden.

Die *Humuszahlen* liegen alle über drei, was auf humusreiche Böden im allgemeinen schliessen lässt. Dies wird auch durch die Ergebnisse der Bodenanalysen bestätigt (siehe Kap. 4.1.2.).

Die *Dispersitätszahl* charakterisiert vor allem die Einheiten 14 und 21 mit ihren skelettreichen, lockeren, kalkgesteinshaltigen Böden. Im allgemeinen weisen die Zahlen auf gut durchlüftete Böden hin.

Die *Lichtzahlen* der hier vorkommenden Arten sind stark abhängig von der Höhe und Dichte der Pflanzenbestände, in denen sie ihre Hauptverbreitung haben. In den Einheiten V und I zeigt sich deshalb ein Gradient, der einer abnehmenden Ueppigkeit dieser Wiesenbestände entspricht.

Die *Temperaturzahlen* verhalten sich nahezu überall gegenläufig zu den Lichtzahlen. Verhältnismässig hoch im Vergleich zu den letzteren sind sie

in den Einheiten 13 und 14, sowie in der Einheit 21. Diese Bestände sind oft sehr locker und beherbergen Arten, die sowohl licht- wie wärmeliebend sind und gerne auf offenen Böden gedeihen.

Die *Kontinentalitätszahl* zeigt eine negative Korrelation zur Feuchte-, teilweise auch zur Nährstoffzahl. In den nährstoffreichen Wiesen verhält sie sich zur Temperaturzahl ebenfalls mehr oder weniger gegenläufig, in den Magerrasen hingegen verläuft sie parallel zu ihr. Bei den Arten der Magerrasen nimmt folglich die Kontinentalität mit zunehmenden Wärmeansprüchen zu. Bei den nährstoffreichen Wiesen ist es gerade umgekehrt. An nährstoffärmeren Standorten ist die Zunahme der Temperaturzahl mit einer Zunahme der Einstrahlung und extremerer Wasserverhältnisse verbunden. Auf gut versorgten und frischen Böden hingegen werden durch höhere Temperaturen nicht die kontinentalen Arten, sondern Fettwiesenpflanzen tieferer Lagen begünstigt.

4.1.4. Bewirtschaftung

Für jede Vegetationsaufnahme wurde die Art ihrer Bewirtschaftung in den letzten Jahren (1968-1979) erfragt. Dabei entsprechen vielleicht gewisse Einzelheiten, vor allem der früheren Jahre, nicht genau der Wirklichkeit, z.B. kann sich die Datierung einer bestimmten Düngung auch um ein Jahr verirren. Wichtige Veränderungen wie Nutzungswechsel oder die Aufgabe, bzw. Aufnahme regelmässiger Düngung sind jedoch noch so gut in der Erinnerung der Bauern, dass man sich an ihre Angaben halten kann.

Das Ergebnis wurde in elf Bewirtschaftungskategorien mit 33 verschiedenen Bewirtschaftungstypen zusammengefasst (Abb. 16). Ihre Verteilung und Häufigkeit innerhalb der aufgenommenen Vegetation lässt sich aus Tab. 3 ersehen. Die Frequenzen der Bewirtschaftungstypen sind sehr unterschiedlich und hängen natürlich auch mit der Auswahl des Aufnahmемaterials zusammen. Die auf der Tab. 3 erscheinenden Zusammenhänge zwischen Vegetation und Bewirtschaftung sind deshalb mit Vorsicht zu interpretieren.

Die Bewirtschaftungskategorien lassen sich wie folgt charakterisieren:

- A Intensive mehrmalige Mähnutzung pro Jahr; intensive bis mässige Düngung
- B Einmalige Mähnutzung mit Herbstweide oder Mähweidenutzung; intensive bis mässige Düngung

- C Vorwiegend einmalige Mähnutzung pro Jahr; mässige Düngung
- D Vorwiegend halbschürige Mähnutzung; mässige Düngung
- E Einmalige Mähnutzung mit sporadischen Unterbrüchen; ohne Düngung
- F Vorwiegend halbschürige, mehr oder weniger regelmässige Mähnutzung;
ohne Düngung
- G Schafweide auf ehemaligen Mähdern, dazwischen sporadische Mahd; ohne
Düngung
- H Kälberweide auf ehemaligen Mähdern; ohne Düngung
- I Regelmässige, jährliche Beweidung von ehemaligen Mähdern mit Kälbern
oder Schafen; ohne Düngung
- K Dauerweide mit Grossvieh; ohne Düngung
- L Ungenutzt

Während die Fettwiesen und Magerweiden (Gesellschaften V und VI) eine relativ einheitliche Bewirtschaftung aufweisen (vor allem Kategorien A, B und C, bzw. K), so finden wir bei den Mähdern ein breites Spektrum von jährlich gemähten und gedüngten Beständen bis zu solchen, die seit mehr als zehn Jahren nicht mehr genutzt werden oder auch seit einigen Jahren als Weide dienen. Am weitesten verbreitet erscheint die Bewirtschaftungskategorie F, was auch der flächenmässigen Wirklichkeit entspricht. Es handelt sich dabei um die von alters her gepflegte Nutzungsform der Mähder, wonach ungefähr alle zwei Jahre eine Heuernte stattfindet.

Häufigere Nutzung ist nicht verbreitet. Dagegen ist an gewissen Orten in den letzten zehn bis zwölf Jahren die Mahd zugunsten einer weniger arbeits-

Abb. 16 (S. 51). Aktuelle Bewirtschaftung der untersuchten Mähder, Fettwiesen und Magerweiden; die chronologischen Muster für die Jahre 1968-1979 sind in Bewirtschaftungskategorien (Grossbuchstaben) und Bewirtschaftungstypen (Zahlen) zusammengefasst worden. Bei den halbschürigen Mähdern der Typen 14-17 und 22 wurden die alternerend gemähten Flächen zusammengefasst, weshalb alle als im gleichen Jahr genutzt erscheinen.

Fig. 16 (p. 51). Present management of the vegetation studied. Based on the chronological patterns of management, various management categories (capital letters) and types (numbers) were distinguished

Bewirtschaftungstypen	A 1	2 1					
	2	1 3 1					
	3	1					
	B 4	3					
	5	1 1					
	6	3					
	7	2					
	8	2					
	C 9						
	10	5 1					
	11	1			4	2	
	12	2					
	D 13					1	
	14				1 2		
	15	2	1 2 1	1	2	4	
	16		3	5			
	17				1	1	
	E 18				1		
	19		1				
	20				2		
	F 21		1		1 9 1	4 4	
	22		1 3 7	8 4 1	1 8 2	7 8 2	
	23		2 5 3				
	24				1		
	G 25		1				
	26		1				
	27		8 1				
	H 28					5	
	29				1	7	
	I 30						1
	31						2
	K 32						4 5 9 10
	L 33			3 4	6 2	3 1 2	
	Vegetations- einheiten	15 16 17 V	1 2 3 4 I	5 6 7 II	8 9 10 11 III	12 13 14 IV	18 19 20 21 VI

Tab. 3. Bewirtschaftungstypen und Vegetationseinheiten; die Zahlen bedeuten die Anzahl Vegetationsaufnahmen eines bestimmten Bewirtschaftungstyps in einer bestimmten Vegetationseinheit; Anordnung der Einheiten analog zur Vegetationstabelle.

Overview of the management types and vegetation units found. The numbers within the table refer to the number of relevés taken for a given management and vegetation unit. Vegetation units arranged as in vegetation table

aufwendigen Beweidung mit Schafen oder Kälbern aufgegeben worden. (Schon seit früherer Zeit nur noch beweidete Flächen wurden in der Vegetations-tabelle zu den Magerweiden gestellt). Ueber die Auswirkungen der Bewirt-schaftungsunterschiede und -änderungen können einige Tendenzen aufgezeigt werden.

4.1.4.1. Zur Düngung der Mähder

Traditionellerweise ist es nicht üblich, dass die Mähder gedüngt werden. Sicher haben aber schon früher die Bauern da und dort geringe Mengen von Handelsdünger ausgestreut, sei es auch nur versuchsweise und ohne Regel-mässigkeit. Die bessere Erschliessung und die Mechanisierung des Trans-portes haben jedoch in jüngerer Zeit einige Bauern dazu bewogen, vermehrt mineralische Dünger (vor allem Thomasmehl und Thomaskali) einzusetzen. Dies geschieht teils mit grosser Regelmässigkeit, teils eher nur spora-disch.

Die Einheit 11 zeigt eine Häufung von Vegetationsaufnahmen, die regelmäs-sig gedüngt werden. Was die natürlichen ökologischen Verhältnisse betrifft, so steht diese Einheit den Ausbildungen 8, 9 und 10 nahe. Floristisch un-terscheidet sie sich jedoch von diesen durch ein gehäuftes Auftreten von nährstoffzeigenden Arten und ein deutliches Zurücktreten der Magerkeits-zeiger. Diese Beobachtung verleitet zur Annahme, dass gewisse Standorte der mittleren Gesellschaft III durch Kalium- und Phosphatdüngung in der Ertragsfähigkeit verbessert werden können (vgl. dazu auch KOBLET et al. 1953). Für vergleichbare Bestände ("*Caricetum sempervirentis*") haben auch STEBLER und SCHRÖTER (1893) aufgrund ihrer Beobachtungen die Möglichkeit einer Ertragssteigerung durch Düngung und Bewässerung betont.

Bei den Mähdern saurer, nährstoffarmer und basenreicher, nährstoffarmer Standorte (Gesellschaften II und IV) geht aus den Untersuchungen und Be-obachtungen keine Wirkung der Düngung auf Bestandeszusammensetzung oder Ertrag hervor. Trotz mehrjähriger ausgeglichener Düngung zeigen die ent-sprechenden Flächen in der azidophilen Einheit 5 keine Ansätze zu einer Veränderung. Dasselbe kann man auch in der basiphilen Einheit 14 beobach-ten. Eine Düngung solcher extremer Standorte lohnt sich also sicher nicht. Ueber die von Natur aus begünstigten Standorte der Gesellschaft I lässt

sich keine Aussage machen. Die Wirkungen der verschiedenen Faktoren Relief (Basen- und Nährstoffzufuhr, Schneebedeckungsdauer), Düngung und Schafbeweidung können aufgrund der vorliegenden Untersuchungen nicht auseinandergehalten werden. Wie aber die vielen ungedüngten, halbschürigen Bestände zeigen, sind die natürlichen Verhältnisse ganz wesentlich für die Höhe der Produktivität und die spezifische Artenkombination mitverantwortlich.

In den Zusammenhang der Düngung ist auch die Wirkung der Bewässerung zu stellen. Die Bewässerung zeigt in den Bergen stets auch eine Düngewirkung, und ihre Bedeutung liegt in erster Linie darin (vgl. auch LÜDI 1921).

Die seit vielen Jahren zugewachsenen Bewässerungsgräben der Parsennmäher haben in schwachem Ausmass ihre wasserführende Wirkung beibehalten. An den schmalen Säumen von Beständen unterhalb der Gräben, die in stärkerem Grün erscheinen, sind sie leicht erkennbar. Die gleichen Beobachtungen beschreibt auch FLÜTSCH (1976) aus St. Anthönien. Danach fliesst das Sickerwasser im Boden immer noch im einst gebildeten Drainagesystem. An diesen kleinflächigen Stellen deuten sich die Auswirkungen der Bewässerung an. Bei den Mähdern mittlerer Standorte ist dort der Pflanzenwuchs üppiger und krautiger als oberhalb des Grabens. Meistens treten die Zwergsträucher sowie *Carex sempervirens* stark zurück, während sich vor allem *Ligusticum mutellina*, *Poa alpina* und *Crepis aurea* stärker entfalten. Hingegen ist in der azidophilen Ausbildung 5 die Wirkung eine andere. *Nardus stricta* verstärkt seinen Wuchs, und auch andere Magerkeitszeiger präsentieren sich in kräftigerem Grün, während eine Zunahme von guten Futterpflanzen wie *Ligusticum mutellina* nur selten in stärkerem Ausmass zu beobachten ist. Die auftretenden Tendenzen stimmen also mit jenen, die bei der Düngung angesprochen wurden, gut überein.

4.1.4.2. Zur Brachlegung von Mähdern

Die Aufgabe jeglicher Nutzung ist seit 1968 erfreulicherweise überhaupt nicht mehr vorgekommen. Schon früher sind jedoch einige wenige Parzellen der Parsennmäher und bedeutende Flächen der Salezer- und Seewerbergmäher aufgegeben worden.

In Tab. 3 erscheinen die nicht mehr genutzten Bestände vor allem an den

extremeren Standorten (Gesellschaften II und IV). Dies gibt aber eher einen Hinweis auf die Ursache, die zur Aufgabe der Nutzung geführt hat, als auf deren Wirkung. Die floristischen Vergleiche des vorhandenen Untersuchungsmaterials ergeben keine Unterschiede in der Artenkombination zwischen aufgelassenen und benachbarten, noch gemähten Rasen. Oft ist hingegen eine starke Entwicklung von Zwergsträuchern oder horstbildenden Gräsern wie *Nardus stricta* oder *Carex sempervirens* zu beobachten. Hin und wieder setzt sich eine kleine Fichte oder ein Zwergwacholderstrauch durch und deutet auf die beginnende Sukzession zur Heide und schliesslich zum Wald hin.

Im Gebiet auftretende Blaikenbildungen können nicht in direkten Zusammenhang mit der Brachlegung gebracht werden.

4.1.4.3. Zur Beweidung von Mähdern

Für die Auswirkungen der Schafweide scheinen Bestossungszeitpunkt, Bestossungsdauer- und -dichte, Koppelform und Neigung des Geländes wesentlich zu sein.

Die natürlich nährstoffreichen Bestände in ebeneren Lagen (Gesellschaft I) werden, da sie abgelegen sind, meist sehr spät bestossen. Die Pflanzen werden dadurch weniger geschädigt, und ihre Reservestoffbildung bleibt gewährleistet. In diesen üppigen Beständen sind die Beweidungsverluste sehr hoch, was einen äusserst geringen Nährstoffexport zur Folge hat (nach KLAPP 1971 beträgt zudem die Nährstoffrückgabe der Weidetiere über 70%).

Ganz andere Auswirkungen zeitigt die Schafweide an den steilen, mageren Hängen, welche leider oft allzu lange bestossen werden. Hier ist der Verbiss tief und die mechanische Beanspruchung der Grasnarbe enorm. Die Beobachtungen stammen aus Aufnahmen der Einheiten 13 und 14 mit den Bewirtschaftungstypen 28 und 29. Ab 1980 wurden diese Flächen mit Schafen bestossen, vorher mit Kälbern. Die erwähnten Auswirkungen rühren eventuell teilweise auch von dieser Kälberweide her, ihr Ausmass hat aber während der kurzen Zeit der Schafweide rasch zugenommen. KRÜSI (1978) stellt in einer Arbeit im Parsennmähdergebiet vor allem quantitative Unterschiede im Bestandesaufbau von Schafweiden und Mähdern fest. Nach ihm nimmt der

Rotschwingel (*Festuca rubra*) auf der Schafweide deutlich zu, während *Rhinanthus angustifolius*, *Anemone narcissiflora* und *Crepis pontana*, die in den Mähdern oft massenweise auftreten, stark zurückgehen oder sogar ganz verschwinden. Physiognomisch tritt in den Schafweiden eine Verarmung an blühenden Pflanzen auf, was neben den farbenprächtigen Mähdern besonders stark ins Auge fällt.

Wie auch schon anderswo festgestellt (z.B. SPRENG 1975, zitiert in DIETL 1983), kann sich der Anteil des offenen Bodens durch die Schafbeweidung erhöhen. An gewissen Stellen ist die Grasnarbe so stark durch Tritt und selektiven Frass geschädigt, dass die zum grössten Teil aus *Calluna vulgaris* gebildete Vegetation kaum mehr die Hälfte des Bodens bedeckt. Solche Schäden können zusammen mit natürlichen Abtragungsfaktoren zu irreversiblen Zuständen führen.

4.2. Charakterisierung der Pflanzengesellschaften und ihrer standörtlichen Verhältnisse

4.2.1. Mähdergesellschaften

4.2.1.1. Gesellschaft I: Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte (*Ligusticum mutellina*-*Festuca violacea*-Gesellschaft)

Wiesen dieses Vegetationstyps sind in der Literatur oft als "Mutternwiesen" bezeichnet worden. Physiognomisch lassen sie sich unschwer als solche erkennen: wie ein weicher Teppich breitet sich, manchmal dicht geschlossen, die herdenbildende Muttern (*Ligusticum mutellina*) mit ihren fein gefiederten Blättern aus. Im Hochsommer ragen daraus ihre rotweissen Blütendolden hervor und geben dem Rasen zusammen mit den gelben Köpfen von *Leontodon hispidus* und *Crepis pontana* ein charakteristisches Aussehen.

Zur kennzeichnenden Artenkombination gehört immer ein mehr oder weniger hoher Anteil an nährstoffzeigenden Pflanzen, die meist auch wertvolle Futterpflanzen sind. Neben den bereits genannten sind dies vor allem *Trifolium badium* und *Alchemilla monticola* (Artengruppe B3), *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Rumex arifolius*, *Trisetum flavescens* und

Phleum alpinum (Gruppe B1), *Crepis aurea* und *Poa alpina* (Gruppe C). Diese Arten stammen teils aus den Fettwiesen (*Polygono-Trisetion*), teils aus den Hochstaudenfluren (*Adenostyletalia*) oder aus der Milchkrautweide (*Poion alpinae*).

Gleichzeitig ist der Anteil an Arten, die den subalpinen Fettwiesen in der Regel fernbleiben, in den subalpinen und alpinen Magerrasen jedoch verbreitet sind, bedeutend. Säurezeigende Arten wie *Homogyne alpina*, *Bartsia alpina*, *Gewm montanum*, *Campanula barbata* und *Luzula multiflora* (Gruppen D1 und D2) stehen in bunter Mischung neben Basenzeigern wie *Festuca violacea*, *Carlina simplex*, *Polygala alpestris* und *Scabiosa lucida* (Gruppe G2, G3, I3 und I4). Es handelt sich hier also um Arten, die für saure Magerrasen, für den subalpinen Fichtenwald oder für subalpin-alpine Kalkgesteinsrasen typisch sind.

In der hochsteten Verbindung von *Ligusticum mutellina*, *Trifolium badium* und *Festuca violacea* kommt die breite ökologische Amplitude des Bestandesaufbaus zum Ausdruck. Nach SCHRÖTER (1895) und DIETL (mündl.) kann diese Verbindung als verbreitetes Charakteristikum der "Mutternwiesen"-Gesellschaften bezeichnet werden.

Das Heu dieser, in besonders günstigen Lagen hochproduktiven, Wiesen wird von den Bauern besonders geschätzt. SCHRÖTER (1926) bezeichnet die Muttern als "verbreitetste und wichtigste Wiesen-Umbellifere der Alpen, eine aromatische, nährstoff- und ertragreiche Pflanze, die ein erwärmendes Heu mit balsamischem Geruch liefert".

Als wichtiger standortsbildender Faktor muss das Relief angesehen werden. Die Gesellschaft kommt durchwegs in ebenen bis mässig geneigten Lagen, oft in Mulden, also in "Gewinnlagen" (Anreicherungsstandorte) vor. Die Ausaperung ist gegenüber den umliegenden Flächen verzögert, was für die Vegetation einen Frostschutz bedeutet. Feuchte-, Basen- und Nährstoffzufuhr, Tiefgründigkeit und feine Dispersität der Böden sind weitere durch das Relief entscheidend geprägte Bedingungen, welche als Ganzes die Standorte von jenen der übrigen Mähder unterscheiden.

Aber auch innerhalb dieser Bedingungen herrscht noch eine breite Amplitude in bezug auf das Relief und seine Auswirkungen. Die Gesellschaft lässt sich standörtlich und floristisch klar in vier Ausbildungen gliedern.

SCHRÖTER (1895) beschreibt übrigens aus St. Anthönien ganz ähnliche Variationen der "Mutternwiese", sowohl in bezug auf den Standort wie auch auf die floristische Zusammensetzung.

a) *Einheit 1: Ueppige Ausbildung*

Anzahl Aufnahmen: 11

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 38.2 (30-47)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 23

pH-Mittelwert des Oberbodens: 5.1 (4.7-5.5)

Typische Nährstoffzeiger wie *Trifolium repens* und *Rumex arifolius*, allgemein aber eher hochwachsende Kräuter und Gräser wie *Geranium silvaticum*, *Knautia silvatica*, *Phyteuma ovatum*, *Ligusticum mutellina*, *Crepis pontana*, *Trollius europaeus* und *Trisetum flavescens* (Gruppen B und C) erlangen in dieser Ausbildung eine hohe Wuchskraft. Demgegenüber fehlen konkurrenzschwache Magerkeitszeiger (vor allem die Arten der Gruppen D2, G3 und I4). Die Ausbildung ist deutlich artenärmer als alle übrigen Mähdergesellschaften, was sicher mit den scharfen Konkurrenzbedingungen zusammenhängt.

Im Fehlen der Artengruppe G3 (*Gentiana kochiana*, *Carex sempervirens* und *Hieracium hoppeanum*) besteht eine Gemeinsamkeit mit den Fettwiesen, die sie klar von allen übrigen Mähder- und Weideeinheiten, in denen diese Arten sehr konstant vertreten sind, unterscheidet,

Die sehr dichten Bestände sind nicht etwa einschichtig. Eine bedeutende Zahl von Kleinwüchsigen und Rosettenpflanzen wie *Sagina linnaei*, *Crepis aurea*, *Potentilla aurea*, *Primula elatior*, *Homogyne alpina* und *Bartsia alpina* verbergen sich im dichten Pflanzenwuchs.

Zwergsträucher liessen sich nicht finden, während sie in allen übrigen Mähdern vertreten sind. Die Bedeckung mit Moosen ist sehr unterschiedlich und bewegt sich zwischen 0 und 50%. Im Mittel liegt sie bei 10-15%. Ziemlich konstant und mit dem höchsten Deckungsanteil ist *Mnium punctatum*, vor allem an feuchteren Stellen vertreten.

Die Bestände sind sehr produktiv und erreichen Höhen bis über 60 cm. Die Erträge können pro Nutzungsjahr bis 40 dt/ha TS erreichen und lassen sich mit jenen der 200 m tiefer gelegenen Goldhaferwiesen durchaus vergleichen (eigene Messungen, unveröff.).

Die Ausbildung besiedelt ebene bis schwach geneigte (0-20%), windgeschützte

Lagen an Hangfüssen, in Mulden und auf Terrassen. Die Böden sind tiefgründig, tonig, frisch bis feucht.

Bemerkung: Der Aufnahme Nr. 301 fehlt eine Anzahl hochsteter Arten, so vor allem eine Reihe von Magerkeitszeigern. Ihr Standort ist weniger begünstigt (im Sinne einer Zufuhrlage), sie wird hingegen regelmässig mit Stallmist gedüngt.

b) *Einheit 2: Typische Ausbildung*

Anzahl Aufnahmen: 9

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 49.6 (45-58)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 25

pH-Mittelwert des Oberbodens: 5.2 (4.2-6.3)

Praktisch alle nährstoffzeigenden Arten der üppigen Ausbildung (Gruppen B und C) sind auch hier vorhanden, zeigen aber eine Reduktion in Wuchskraft, Deckungsgrad und Stetigkeit.

Magerkeitszeiger wie *Campanula barbata*, *Pulsatilla sulphurea*, *Carex sempervirens*, *Galium anisophyllum*, *Scabiosa ludica* oder *Campanula thyrsoidea* (Gruppen D2, G3, I4, I5 und K1) treten vermehrt auf oder neu hinzu und erhöhen die mittlere Artenzahl beträchtlich. Dabei kann ein schwaches Ueberwiegen der basiphilen gegenüber den azidophilen Arten beobachtet werden. Physiognomisch zeigt sich der "Mutternwiesen"-Charakter stärker, da *Ligusticum mutellina* höhere Deckungswerte aufweist.

Einige Zwergstraucharten kommen vor (*Vaccinium myrtillus* und *Polygala chamaebuxus*), jedoch nur in äusserst geringen Mengen. Die Moose bedecken zwischen 5 und 40%. Auch hier weist *Mnium punctatum* (neben *M. marginatum*) die höchsten Anteile auf.

Die Ausbildung breitet sich an Hangfüssen, seitlich von Mulden und auf Terrassen, in mässig geneigter Lage (15-40%) auf tiefgründigen, tonreichen, mässig skelettreichen, frischen Böden aus. Die Standorte sind im allgemeinen schwächere Gewinnlagen als jene bei Einheit 1.

c) *Einheit 3: Ausbildung basenreicher Standorte*
(*Carex ferruginea*-Ausbildung)

Anzahl Aufnahmen: 9

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 50.0 ([32]47-59)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 18

pH-Mittelwert des Oberbodens: 5.7 (4.8-6.4)

Der deutliche Rückzug der nährstoffliebenden Arten gegenüber der Typischen

Ausbildung 2 ist charakteristisch für diese und die folgende Ausbildung. *Trifolium repens*, *Veronica chamaedrys*, *Trisetum flavescens*, *Rumex arifolius* und *Phleum alpinum* (Gruppe B1) fehlen praktisch ganz. Dafür erreicht *Ligusticum mutellina* hier die höchste Dominanz aller Ausbildungen.

Neu hinzu treten Arten der Gruppen I3, K1 und K5 mit *Sesleria coerulea*, *Gentiana verna*, *Carex ferruginea* und *Parnassia palustris*, also Arten der Kalkbodenrasen (*Seslerion coeruleae*) und der Rostseggenhalden (*Caricion ferrugineae*). Sie weisen deutlich auf einen erhöhten Basengehalt des Bodens hin.

Zwergsträucher sind selten und erreichen überall nur schwache Deckungswerte. Moose treten ebenfalls nur spärlich auf (mit Ausnahme der Aufnahme Nr. 127, wo sie 60% bedecken).

Die Produktivität dieser Ausbildung ist merklich geringer als bei den Einheiten 1 und 2. Sie liegt etwa bei 25 dt/ha TS pro Nutzungsjahr (eigene Messungen, unveröff.).

Die Ausbildung besiedelt mässig geneigte Lagen (10-40%) an Hängen und auf Terrassen (vor allem stirnseits), auf mittel- bis tiefgründigen, frischen Böden mit mässigem Ton- und Skelettgehalt. Der Anteil an Dolomit und Kalkschiefer am Bodenskelett ist relativ hoch. Die Standorte weisen oft eine unebene Bodenoberfläche auf.

Bemerkung: Die Artenzahl der Aufnahme Nr. 323 weicht mit 32 stark von jenen der übrigen Aufnahmen ab. Es handelt sich hier um einen ziemlich wasserzügigen Standort, der einige Meter daneben in einen Quellsumpf übergeht. Dem Bestand fehlen vor allem Arten, die magere, feuchte Standorte eher meiden oder Trockenheitszeiger sind (Gruppen D1, D2, I3, I4, I5 und K1).

d) *Einheit 4: Ausbildung basenarmer Standorte*
(*Arnica montana*-Ausbildung)

Anzahl Aufnahmen: 14

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 52.3 (41-58[66])

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 20

pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.6 (4.0-5.0)

In dieser Ausbildung sind die nährstoffliebenden Arten noch mehr verschwunden als in Einheit 3. Sogar das sonst in den "Mutternwiesen" hochstete und eingangs zur typischen Artenkombination gezählte *Trifolium badium* erscheint nicht mehr überall. Die Rasen mit dem meist dichten Mut-

tern-Teppich sind auf den ersten Blick von der Basiphilen Ausbildung 3 kaum zu unterscheiden. Doch die genauere Analyse zeigt eine recht verschiedene Artenzusammensetzung, wie anhand der Vegetationstabelle (Beilage I) sofort ersichtlich ist.

Eine Gemeinsamkeit besteht vorerst noch im Vorkommen von basiphilen Magerkeits- und Wärmezeigern wie *Galium anisophyllum*, *Phyteuma orbiculare*, *Carlina simplex*, *Gymnadenia conopsea*, *Polygala alpestris* und *Scabiosa lucida* (Gruppen I2, I3 und I4), die praktisch unvermindert auch in der Azidophilen Ausbildung auftreten. Die Säure- und Magerkeitszeiger der Gruppe D2, die auch in den übrigen Ausbildungen vorkommen, erscheinen hier mit hoher Konstanz und erhöhtem Deckungsgrad.

Daneben macht sich aber eine starke Gruppe von weiteren azidophilen Arten breit. Es sind dies vor allem *Vaccinium myrtillus*, *V. gaultherioides*, *Hypochaeris uniflora*, *Helictotrichon versicolor*, *Arnica montana*, *Leontodon helveticus* und *Nardus stricta* (Gruppe D3; ferner auch D4 und E1). Sporadisch erscheinen auch einige Arten saurer alpiner Urrasen (Gruppe F).

Die Zwergstrauchbedeckung ist meist gering, kann aber stellenweise bis zu 25% betragen. Moose sind praktisch überall, einige Flechten sporadisch vorhanden. Die Gesamtbedeckung beider liegt meist zwischen 10 und 40% (stellenweise bis 75%).

Die Produktivität ist gegenüber der Basiphilen Ausbildung 3 etwas geringer.

Die Standorte dieser Ausbildung befinden sich im Gebiet etwa 50-100 m höher als die Ausbildungen 1-3. Charakteristisch sind mässig geneigte Lagen (20-50%) an Hängen und auf Terrassen (stirnseits), auf mittel- bis tiefgründigen, frischen Böden mit mässigem Ton- und Skelettgehalt. Es handelt sich um mittlere Gewinnlagen, die weniger windgeschützt sind als die Einheiten 1-3. Infolge der höheren Lage bleibt hier der Schnee im Frühjahr deutlich länger liegen.

Bemerkung: Die Aufnahme Nr. 257 ist vergleichsweise sehr artenreich (66). Der Bestand ist keine typische, durch natürlichen Nährstoffreichtum bedingte "Mutternwiese". Die natürliche Anreicherungs-lage ist nur ganz schwach ausgeprägt. Eine zusätzliche Nährstoffquelle bildet die Düngung mit Schafkot, weshalb sich neben den basiphilen und azidophilen Magerkeitszeigern eine Reihe von Nährstoffzeigern ausbreiten konnten.

Systematische Stellung der Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte

"Mutternwiesen" werden in der Literatur ab und zu erwähnt, jedoch meistens nur am Rande. STEBLER und SCHRÖTER (1893) geben eine Bestandesaufnahme über Bündnerschiefer an, die floristisch zwischen den Einheiten 3 und 4 liegt. Ihre Feststellung, dass *Plantago alpina* ein sehr treuer Begleiter von *Ligusticum mutellina* sei, deutet darauf hin, dass ihre Beobachtungen vor allem den "Mutternwiesen" auf saurer Unterlage galten, wie sie auch durch die Einheit 4 dargestellt werden. Sie geben dreierlei Standortsbedingungen an, unter denen die Wiesen auftreten: 1. frische, tiefgründige Stellen der Heuberge; 2. Weiden in hohen Lagen (2000–2400 m) in Form von Schneetälchenrasen; 3. subalpine Fettwiesen auf Kalk- und Urgestein. Nach den Autoren vertritt sie unter der 1. Bedingung die Borstgras- und Horstseggenrasen. Dies dürfte für die Basiphile und die Azidophile Ausbildung (3 und 4) zutreffen. Direkte Uebergänge von diesen Ausbildungen zu den Gesellschaften III und IV deuten darauf hin. Die 2. Bedingung (Schneetälchenrasen) trifft im Gebiet nicht zu, da die Bestände eindeutig tiefer liegen. Eine mögliche ökologische Verwandtschaft zu den Schneebodengesellschaften, auf die auch andere Autoren hinweisen (z.B. THIMM 1953), wird aber dadurch angedeutet. Die 3. Standortsbedingung unterscheidet sich von den beiden ersten erheblich, da hier anthropogene Einflüsse stattfinden. Nach den genannten Autoren handelt es sich bei diesen Beständen um eine *Ligusticum mutellina*-Facies der hochgelegenen "Romeyen-Wiese", welche aber sonst durchaus die typische Artenzusammensetzung des *Trisetetum flavescens* Brockmann-Jerosch 1907 aufweist. Es liegt nahe, die Zugehörigkeit der Einheiten 1 und 2 hier zu suchen. Jedoch stellt man sofort fest, dass in diesen Einheiten einerseits viele weitverbreitete Charakterarten des *Polygono-Trisetion* fehlen, andererseits viele Arten vorkommen (vor allem jene der Gruppen G2, G3 und H), die kaum in den Goldhaferwiesen anzutreffen sind.

Ein "*Ligustico-Trisetetum*" beschreibt THIMM (1953) aus dem Sonnwendgebirge (Oesterreich), in welchem *Trisetum flavescens*, *Ligusticum mutellina*, *Festuca pulchella*, *Leontodon hispidus* und *Geranium silvaticum* dominante Arten sind. Diese Gesellschaft weist bei sonst ziemlich gut vergleichbarer Zusammensetzung einen deutlich höheren Anteil an Arten des *Caricion ferrugineae* auf als die vorliegenden Ausbildungen. Die Autorin sieht die Gesellschaft denn auch als Endglied der Rasenentwicklung des *Caricetum*

ferrugineae über tonreichen Böden und stellt sie in Beziehung zu einer *Ligusticum mutellina*-Facies des *Salicetum herbaceae*.

Einige Autoren gliedern die "Mutternwiesen" dem *Caricion ferrugineae* Braun-Blanquet 1931 (so BRAUN-BLANQUET 1948-1949), im speziellen aber auch dem *Festuceto-Trifolietum thalii* (Rübel) Braun-Blanquet 1926 an (z.B. BRAUN-BLANQUET und JENNY 1926). Von diesen, meist alpinen, Ausbildungen unterscheiden sich aber die vorliegenden Einheiten floristisch sehr stark, weshalb diese Zuordnung für sie nicht in Frage kommt.

4.2.1.2. Gesellschaft II: Mähder saurer, nährstoffarmer Standorte

(*Hypochoeris uniflora*-*Nardus stricta*-Gesellschaft)

Die Vegetation dieser Standorte zeichnet sich durch ihren hohen Anteil an azidophilen Magerkeitszeigern und deren hohe Konstanz aus (vor allem Gruppen D1, D2 und D3). Teils beherrschen Grasartige wie *Nardus stricta*, *Helictotrichon versicolor* oder *Carex sempervirens* das Bild (Gruppen D3 und G3), in andern Beständen sind es die Rosetten von *Arnica montana*, die in kurzen Rasen den Aspekt bestimmen. Unter den Zwergsträuchern sind vor allem *Vaccinium myrtillus* und *V. gaultherioides* konstant und mit beträchtlichem Anteil vertreten.

Hypochoeris uniflora erreicht in dieser Gesellschaft ihre stärkste Entfaltung. *Pulsatilla sulphurea* (Gruppe D2) fehlt praktisch nie, zeigt aber eine unterschiedliche Vitalität: in den frischen Beständen (vor allem Einheit 5) kommt sie kaum zur Blüte, während sie an den wärmeren Hängen (vor allem Einheit 6 und 7) oft mit ihren struppigen Fruchtständen den sommerlichen Aspekt beherrscht.

Basenzeigende Arten treten vermehrt in der Einheit 7 auf, welche auch als Uebergangseinheit zu den Mähdern mittlerer Standorte (Gesellschaft III) betrachtet werden kann.

Die Produktivität dieser Gesellschaft ist sehr gering. Pro Nutzungsjahr beträgt sie für die Einheit 5 etwa 10-15 dt/ha TS (eigene Messungen, unveröff.).

Die Böden dieser Wiesen sind extrem basenarm, ihr Muttergestein ist kalkfrei. Man findet die Bestände entweder an Hängen im Gebiet des rein sauren

Silikates oder (im Parsennmähdergebiet) an lokal kalkfreien Stellen der Moräne. Die Basen- und Nährstoffzufuhr dürfte äusserst gering sein (mit Ausnahme der Einheit 7). Zum Teil sind es eigentliche "Verlustlagen", häufig auch windexponiert.

Die standörtlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Ausbildungen beruhen teils auf der Höhendifferenz, teils auf der Steilheit der Lage, was sich im Wasserhaushalt bemerkbar macht.

a) Einheit 5: Ausbildung frischer, hochgelegener Standorte
(*Poa alpina*-Ausbildung)

Anzahl Aufnahmen: 13

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 41.5 (29-52)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 24

pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.0 (3.8-4.5)

Im Aspekt dieser sehr kurzrasigen Ausbildung sind die vielen dem Boden eng anliegenden Rosetten von *Arnica montana* auffällig. Im Hochsommer präsentieren sich deutlich zwei Schichten im Bestand. Die untere ist kaum 10 cm hoch aber meist sehr dicht. Sie wird gebildet von kleinwüchsigen Arten wie *Plantago alpina*, *Potentilla aurea*, *Gentiana kochiana* (Gruppen D2, G1 und G3) und von höherwüchsigen Arten, die aber oft steril bleiben wie *Homogyne alpina*, *Arnica montana*, *Ligusticum mutellina*, *Geum montanum* oder *Pulsatilla sulphurea* (Gruppen C, D1 und D2). Die obere Schicht erreicht etwa 30 cm Höhe. Sie ist äusserst locker und wird von den fertilen Schäf-ten von *Arnica montana*, *Hypochaeris uniflora*, *Leontodon helveticus* und von Gräsern (vor allem *Helictotrichon versicolor* und *Nardus stricta*) (Gruppe D3) beherrscht.

Für einen Vergleich mit den übrigen Ausbildungen ist neben dem weitgehenden Fehlen von basiphilen Arten auch das Auftreten der Artengruppe F interessant. Die Arten dieser Gruppe, welche die Nähe der alpinen Stufe anzeigen, sind auch in der azidophilen Ausbildung der nährstoffreichen Standorte (Einheit 4) und in der hochgelegenen Borstgrasweide (Einheit 20) vertreten.

Die Zwergstrauchschicht ist überall vertreten, meistens mit etwa 5-20% Flächenbedeckung. Unter den Moosen ist *Radula lindbergiana* hochstet. Der Artenreichtum an Flechten (vor allem *Cladonia*-Arten) ist recht gross, wenn diese auch nur spärlich vorkommen. Der Bedeckungsgrad für Moose und

Flechten liegt meist zwischen 5 und 15%, reicht aber von 0-40%.

Die Ausbildung tritt an mässig geneigten Lagen (20-35%) an flachen, oft schwach eingebuchteten Hängen, auf mittel- bis tiefgründigen, frischen, kalkfreien und basenarmen Böden in der oberen subalpinen Stufe auf.

b) *Einheit 6: Ausbildung warmer, mässig trockener Standorte*
(*Trifolium alpinum*-Ausbildung)

Anzahl Aufnahmen: 7

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 48.0 (39-53[64])

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 24

pH-Mittelwert des Oberbodens: 3.8 (3.7-4.0)

Zu den hochsteten Arten der Gruppen D1, D2, D3, G1 und G3 treten im Vergleich zur Einheit 5 einige wärmezeigende Arten wie *Luzula nemorosa*, *Laserpitium halleri*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Hieracium pilosella* und *Pulsatilla vernalis* (Gruppen E2 und E3). Hochstet und mit hohem Deckungsgrad kommt in diesen Beständen *Trifolium alpinum* vor. Dagegen fehlen die (schwachen) Feuchte- und Nährstoffzeiger der Gruppe C (z.B. *Ligusticum mutellina*, *Poa alpina*, *Cerastium fontanum*), ebenfalls die alpinen Arten der Gruppe F.

Die Bestände erreichen im Mittel eine Höhe von etwa 25 cm und liefern ein ziemlich "hartes" Futter, da Gräser, Seggen und Zwergsträucher (10-40% Deckung) einen hohen Anteil ausmachen. Die Bedeckung mit Moosen und Flechten ist gering und beträgt meistens unter 5%.

Die Ausbildung findet sich in mässig bis stark geneigten Lagen (25-60%) an leicht konkaven bis konvexen Hängen auf mittelgründigen, skelettreichen, mässig trockenen, kalkfreien und basenarmen Böden.

c) *Einheit 7: Ausbildung verhältnismässig basenreicher, warmer, mässig trockener Standorte*

Anzahl Aufnahmen: 6

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 55.3 (45-65)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 39

pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.4 (4.2-4.8)

Die Ausbildung unterscheidet sich von der vorangegangenen dadurch, dass in ihr eine Anzahl von basiphilen Arten neu hinzutritt oder sich optimaler entfaltet. Dazu gehören *Rhinanthus angustifolius*, *Gentiana campestris* Gruppe G4), frischezeigende Arten wie *Anemone narcissiflora*, *Plantago atrata* und *Bellidiastrum michelii* (Gruppe H), das mesophile *Galium aniso-*

phyllum (Gruppe 12), aber auch trockenheitszeigende Arten wie *Erica carnea*, *Hippocrepis comosa* und *Thymus polytrichus* (Gruppen I6 und I7).

Die azidophilen Arten überwiegen aber auch hier sehr deutlich, wenn auch einige (im Vergleich zur Einheit 6) in ihren Deckungswerten merklich zurückgehen, wie z.B. *Nardus stricta*, *Leontodon helveticus* und *Trifolium alpinum* (Gruppen D3 und E1).

Die Bestände sind "krautiger" als jene der Einheit 6, besitzen aber einen ebenso hohen Anteil an Zwergsträuchern (Deckungsgrad: 10-50%). Moose und Flechten sind überall, aber mit sehr geringer Deckung vorhanden.

Standörtlich unterscheidet sich die Ausbildung von der Einheit 6 dadurch, dass sie infolge günstigerer Reliefverhältnisse eine regelmässige, geringe Basenzufuhr erhält. Gleichzeitig herrscht aber vermutlich eine kaum merkbare Wechsell Trockenheit. Die Böden sind kalkfrei und weisen mittlere Gründigkeit auf. Die Steilheit ist mässig bis stark und liegt zwischen 25 und 55%.

Systematische Stellung der Mähder saurer, nährstoffarmer Standorte

Das hochstete und dominierende Auftreten der *Nardetalia*-Arten (Gruppen D1-D4) im Verein mit den Begleitern der Gruppen G1-G3 kennzeichnet die Ausbildungen der Gesellschaft eindeutig als Borstgrasrasen (*Nardo-Trifolion alpini* Preisg. 1949; bzw. *Eu-Nardion* Braun-Blanquet 1926).

MARSCHALL und DIETL (1974) beschreiben in ihren "Beiträgen zur Kenntnis der Borstgrasrasen der Schweiz" zwei Ausbildungen, die für einen Vergleich in Frage kommen: Die Ausbildung mit *Hypochoeris uniflora* ("Mähnardetum") und die Ausbildung mit *Luzula spicata*.

Als wichtige Differentialarten des "Mähnardetums" gegenüber den "Weidenardeten" geben die Autoren *Pulsatilla vernalis*, *P. sulphurea*, *Pedicularis tuberosa*, *Hypochoeris uniflora* und *Crepis conyzifolia* an. Diese Arten sind auch in den vorliegenden Ausbildungen 6 und 7 vertreten, während in Ausbildung 5 *Pulsatilla vernalis* und *Pedicularis tuberosa* fehlen. MARSCHALL und DIETL (1974) stellen eine gewisse Ähnlichkeit ihres "Mähnardetums" mit dem thermisch begünstigten *Laserpitio-Avenetum* Braun-Blanquet 1969 fest, kommen aber zum Schluss, dass die zahlreichen typischen *Nardetum*-Arten die beiden Gesellschaften klar trennen.

Die beiden Einheiten 6 und 7 stimmen floristisch mit dem "Mähnardetum" gut überein, wenn in ihnen auch einige, eher basiphile Arten fehlen (*Briza media*, *Anthyllis alpestris*, *Trifolium montanum*, *Polygonum viviparum*). Höhenmässig finden sie vermutlich den Anschluss an die von VETTERLI (1982) in Davos beschriebenen alpinen Gesellschaften wärmerer Silikathänge (seine Einheiten 7 und 8).

In der Einheit 5 erscheinen Arten, die in der "Ausbildung mit *Luzula spicata*" stärker vertreten sind, wie z.B. *Poa alpina* sowie die alpinen Arten der Gruppe F. Hingegen bescheinigen die Arten *Hypochaeris uniflora*, *Crepis conyzifolia* und *Pulsatilla sulphurea* den Mähwiesencharakter dieses Borstgrasrasens. Man kann die Ausbildung somit als Höhenvariante des "Mähnardetums" bezeichnen.

4.2.1.3. Gesellschaft III: Mähder mittlerer Standorte

(*Pulsatilla sulphurea*-*Helianthemum grandiflora*-Gesellschaft)

Floristisch steht diese Gesellschaft in der "Mitte" der Mähdergesellschaften und bildet sozusagen den Kreuzungspunkt der wichtigsten Gradienten. Dies zeigt sich im Ordinationsmodell (Abb. 3 und 4), aber auch auf der Vegetationstabelle (Beilage I).

Obwohl wir hier keine gesellschaftseigenen Arten finden, zählen die artenreichsten Mähderbestände zu dieser Gesellschaft. Ihr Blumenreichtum bietet besonders in der Hochblüte gegen Ende Juli einen aussergewöhnlichen Anblick, und die Vielfältigkeit dieser Vegetation kommt dann ganz zum Vorschein.

In ausgewogenem Verhältnis wachsen Säurezeiger neben Basenzeigern, Frischezeiger neben Trockenheitszeigern. So finden wir *Calluna vulgaris* neben *Erica carnea*, *Crepis conyzifolia* neben *C. pontana*, *Arnica montana* neben *Bellidiastrum michelii* oder seltener auch *Nardus stricta* neben *Sesleria coerulea* und *Laserpitium halleri* neben *L. latifolium* (Gruppen D3, E2, E3, H, I6 und K1).

In der "Mitte" liegen auch die Heuerträge, die pro Nutzungsjahr etwa 25-30 dt/ha TS abwerfen (eigene Messungen, unveröff.).

Die Bezeichnung "mittlere Standorte" bezieht sich auf die Feuchtigkeitsverhältnisse und auf den Basen- und Kalkgehalt des Bodens. Es handelt sich

durchwegs um Hanglagen, die gut mit Feuchtigkeit versorgt sind.

Die Variationen innerhalb dieser Standorte beruhen vor allem auf Unterschieden in den Basen- und Feuchtigkeitsverhältnissen, teils auch im Humusgehalt der Böden. Die Einheit 11 weicht floristisch stärker ab, was auf den Düngungseinfluss zurückzuführen ist (siehe auch Kap. 4.1.4.). Sie wurde trotzdem dieser Gesellschaft angegliedert, weil die natürlichen Standortverhältnisse mit ihr übereinstimmen. Diese Bestände dürften sich bei fehlender Düngung sehr wahrscheinlich in eine der übrigen Ausbildungen (Einheit 8, 9 oder 10) einordnen lassen.

a) *Einheit 8: Ausbildung wechsellückiger Standorte*

Anzahl Aufnahmen: 11

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 56.8 (45-66)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 30

pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.7 (3.8-5.3)

Charakteristisch für die Bestände dieser Ausbildung ist die Kombination von azidophilen und basiphilen Trockenheitszeigern (Gruppen E2 und E3, sowie I6 und I7), sodann auch das starke Auftreten von Zwergstraucharten (*Vaccinium myrtillus*, *V. gaultherioides*, *Calluna vulgaris*, *Polygala chamaebuxus*, *Erica carnea* und *Helianthemum grandiflorum*).

Physiognomisch bieten die Bestände verschiedene Aspekte, je nach der Pflanzenart, welche zur Dominanz gelangt. Einmal erscheint das Bild einer niederwüchsigen Heide mit *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* oder *V. gaultherioides*, dann wieder beherrscht *Lasium halleri* mit seinen fein gefiederten, sperrigen Blättern das Bild. Zu den Hauptbestandbildnern gehören aber vor allem auch Gramineen und Cyperaceen (*Nardus stricta*, *Festuca rubra*, *F. violacea* und *Carex sempervirens*), wodurch die Bestände oft auch als trockene, verheidete Grashalden erscheinen. Diese faziellen Unterschiede beruhen sicher zum Teil auch auf der uneinheitlichen, bzw. unregelmässigen oder sogar aufgegebenen Nutzung (siehe Kap. 4.1.4.).

Die Zwergsträucher nehmen zum Teil recht hohe Deckungswerte an (bis 80%). Im allgemeinen liegen sie aber um 10-30%. Moose und Flechten sind selten und nur mit ganz geringem Deckungsgrad vorhanden (weniger als 5%; Ausnahme: Nr. 325 mit 25%).

Die Ausbildung kommt in mässig bis stark geneigten Lagen (30-65%) an warmen Hängen auf mittelgründigen, oft überschütteten skelettreichen

Böden vor. Diese sind oft stark mit Humus angereichert (auch Rohhumus) und weisen mässige Basengehalte auf.

b) *Einheit 9: Typische Ausbildung*

Anzahl Aufnahmen: 14
mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 63.8 (54-71)
Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 38
pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.7 (4.4-4.9)

Das von der Gesellschaft als ganzes über den Bestandesaufbau Gesagte gilt in besonderem Masse für diese Ausbildung. Die Ausgewogenheit im Verhältnis zwischen den Arten mit verschiedenen ökologischen Ansprüchen ist hier am höchsten. Die Vegetationsaufnahmen präsentieren sich sehr einheitlich, was in der hohen Zahl von Konstanten zum Ausdruck kommt. Die Bestände werden selten von einzelnen Pflanzen dominiert, wie das in Einheit 8 der Fall ist.

Die Bedeckung mit Zwergsträuchern ist mässig (3-40%), meistens um 20%. Moose sind nicht überall vorhanden und dann nur in sehr geringen Deckungsanteilen (weniger als 5%; Ausnahme: Aufnahme Nr. 221 mit 50%). Flechten wurden keine gefunden.

Die Ausbildung besiedelt mässig bis stark geneigte Lagen (30-65%) an frischen Hängen auf tiefgründigen basenhaltigen aber meist kalkfreien Böden mit mässigem Skelettanteil.

c) *Einheit 10: Ausbildung basenreicher Standorte*

Anzahl Aufnahmen: 11
mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 56.6 (45-64)
Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 38
pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.9 (4.6-5.2)

Die Ausbildung weicht von der Typischen mittleren Ausbildung vor allem durch das Fehlen einiger Säurezeiger wie *Trifolium alpinum*, *Crepis conyzifolia*, *Luzula nemorosa*, *Pedicularis tuberosa* und *Laserpitium halleri* (Artengruppen E1 und E2) ab. Als Basenzeiger treten *Biscutella levigata*, *Thymus polytrichus* und *Sesleria coerulea* (Gruppen I7 und K1) neu oder vermehrt auf, allerdings nur sporadisch und mit sehr geringer Flächenbedeckung. Mit etwas höherem Anteil (gegenüber Einheit 9) erscheinen die Frischezeiger *Homogyne alpina* und *Bartsia alpina* (Gruppe D1), während *Vaccinium myrtillus* (D3) leicht zurückgeht.

Die Bestände sind lockerer und niedriger als jene der Typischen Ausbildung. Im Mittel bedeckt die Zwergstrauchschicht etwa 15%. Moose und Flechten sind selten und bedecken nur geringe Flächenanteile.

Die Standorte dieser Ausbildung sind mässig bis stark geneigte Lagen (35-55%) an frischen, oft konkaven Hängen auf mittelgründigen, basen- und teils auch kalkhaltigen, skelettreichen Böden.

d) Einheit 11: Ausbildung nährstoffreicher Standorte

Anzahl Aufnahmen: 10
mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 56.8 (46-62)
Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 21
pH-Mittelwert des Oberbodens: 4.7 (4.3-5.2)

Die Einheit ist gekennzeichnet durch das Auftreten von Nährstoffzeigern wie *Phleum alpinum*, *Geranium silvaticum*, *Ranunculus nemorosus*, *Knautia silvatica* und *Trifolium badium* (alle hochstet) sowie *Trifolium repens*, *Veronica Chamaedrys* und *Trisetum flavescens* (Gruppen B1-B3). Frischeliebende Magerkeitszeiger sind aber die eigentlichen Bestandesbildner. Stark reduziert kommen Arten vor, die in sehr armen oder eher trockenen Rasen verbreitet sind, hauptsächlich Arten der Gruppen D3 und I6 wie *Nardus stricta*, *Leontodon helveticus*, *Helictotrichon versicolor*, *Erica carnea*, *Polygala chamaebuxus*, *Hippocrepis comosa* u.a.

Ein Vergleich der Bestände mit den Einheiten der Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte zeigt wohl eine gewisse Annäherung an diese. Es fehlt ihnen jedoch der klare Bestandesaufbau der "Mutternwiesen" mit den Arten der Gruppe C, vor allem mit *Ligusticum mutellina*. Oekologisch dürfte sich anhand dieser Bestände der Unterschied zwischen natürlichem Nährstoffreichtum in Gewinnlagen und "künstlichem" Nährstoffreichtum durch Düngung in Hanglagen anzeigen (vgl. auch die Aufnahme Nr. 301 in der Einheit 1, sowie Kap. 4.1.4.).

Die Zwergstrauchbedeckung ist gering und beträgt im Mittel etwa 5% (Ausnahme: Aufnahme Nr. 120 mit 40%). Moose kommen spärlich, Flechten überhaupt nicht vor (Bedeckung 0-5%; Ausnahme: Aufnahme Nr. 167 mit 25%).

Die Aufnahmen dieser Einheit besiedeln mässig bis stark geneigte Lagen (25-60%) an frischen Hängen auf mittel- bis tiefgründigen, mehr oder weniger basenhaltigen Böden. Die Einheit vereinigt Aufnahmen, die gedüngt werden und solche, die gestörte Böden (Ueberschüttung?) aufweisen.

Systematische Stellung der Mähder mittlerer Standorte

Vor allem in der älteren Literatur wird oft ein "*Caricetum sempervirentis*", bzw. "*Semperviretum*" erwähnt (z.B. von STEBLER und SCHRÖTER 1893, BROCKMANN-JEROSCH 1907, RÜBEL 1912, LÜDI 1921), das sowohl auf Kalk wie auf Urgestein vorkommt, allerdings mit unterschiedlichen Begleitarten. BRAUN-BLANQUET (1948-1949) betrachtet diese Gesellschaft als klimatische Subassoziation (in den nördlichen Alpenketten) des alpinen, in den kontinentalen Zentralalpen verbreiteten *Festucetum halleri* Braun-Blanquet 1926 (Subass. *caricetosum sempervirentis* [Lüdi] Br.-Bl. 1949).

Von STEBLER und SCHRÖTER (1983) sowie von LÜDI (1921) werden solche Bestände auch in der subalpinen Stufe beschrieben.

Die Mähder mittlerer Standorte sind floristisch und ökologisch sehr gut vergleichbar mit dem Nebentypus der *Festuca violacea* des Horstseggenrasens, wie ihn STEBLER und SCHRÖTER (1893) beschreiben. Für sie ist dieser Rasen "auf Urgestein ein Vikariant der Blaugrashalde, und auf Kalk folgt er dieser, wenn der Rasen konsolidierter geworden ist". Die von ihnen beschriebenen Uebergänge können im untersuchten Gebiet ebenfalls beobachtet werden: bei Rohhumusanreicherung gehen die Rasen in Borstgrasrasen und zwergstrauchreiche Bestände über (vgl. Einheiten 8 und 7); werden die Standorte frischer und tiefgründiger, so erwachsen Mutterbestände (vgl. Einheiten 3 und 4).

Als *Nardion-Caricion ferrugineae*-Mischrasen bezeichnet HARTMANN (1971) Mischbestände von *Nardetalia*- und *Seslerietalia*-Arten, welche der vorliegenden Gesellschaft floristisch sehr nahe stehen. In der Mähdergesellschaft fehlen allerdings *Carex ferruginea* und *Festuca pulchella*, hingegen ist eine ganze Reihe von anderen Elementen des *Caricion ferrugineae* (Gruppe H) vorhanden.

Aus der Komperdellalm (Oesterreich) beschreibt WAGNER (1965) ein *Pulsatillo-Festucetum* ("Trockene Bergmähder"). Zur markanten Artengruppe der Gesellschaft gehören *Pulsatilla sulphurea*, *P. vernalis*, *Pedicularis tuberosa*, *Hypochoeris uniflora*, *Crepis conyzifolia* und *Chaerophyllum villarsii*. Diese Arten findet man (mit Ausnahme der letzteren) vor allem in den Ausbildungen 8 und 9. Das *Pulsatillo-Festucetum* steht praktisch nur unter Silikateinfluss, weshalb ihm einige Basenzeiger fehlen. Der Autor bezeich-

net die Gesellschaft als subalpine Ausbildung des *Festucetum halleri* Br.-Bl. 1926. (Interessant ist übrigens, dass das *Pulsatillo-Festucetum* die höchsten im Gebiet angetroffenen Artenzahlen aufweist, ähnlich wie das für die Mähder mittlerer Standorte festgestellt wurde).

Eine systematische Zuordnung der Gesellschaft aufgrund von Charakterarten ist nicht möglich. Ihre Stellung liegt zwischen dem *Eu-Nardion* Br.-Bl. 1926, dem *Seslerion coeruleae* Br.-Bl. 1926 und dem *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931.

4.2.1.4. Gesellschaft IV: Mähder basenreicher Standorte

(*Laserpitium latifolium*-*Globularia nudicaulis*-Gesellschaft)

Im Aspekt dieser Wiesen fallen die ledrigen Blätter der *Globularia nudicaulis*, die sperrigen Triebe von *Laserpitium latifolium*, die Rosetten von *Carlina simplex* oder auch der hohe Anteil von Gramineen und Cyperaceen (vor allem *Festuca violacea*, *Helictotrichon pubescens*, *Sesleria coerulea* und *Carex sempervirens*) auf. Die Bestände sind meistens nicht sehr dicht und vermitteln das Bild von lockeren, grasigen Halden.

Der Basen- und Kalkreichtum der Standorte dieser Mähder wird in der Zusammensetzung der Vegetation deutlich sichtbar. Säurezeiger treten in Anteil und Stetigkeit zurück (z.B. *Bartsia alpina*, *Pulsatilla sulphurea*, *Leontodon helveticus*, *Nardus stricta*, *Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus*; Gruppen D1-D3 und E3) oder verschwinden praktisch ganz (z.B. *Trifolium alpinum*, *Leucorchis albida*, *Crepis conyzifolia*, *Pedicularis tuberosa*, *Laserpitium halleri*; Gruppen E1 und E2).

Demgegenüber nimmt die Präsenz der Basenzeiger zu, und die Artengruppe K1 mit *Sesleria coerulea*, *Globularia nudicaulis*, *Linum catharticum*, *Gentiana verna* und *Campanula thyrsoidea* erscheint als charakteristische Artengruppe der Gesellschaft. Andere Basenzeiger, die auch in den übrigen Mähdern oft vorkommen, zeigen hier deutlich einen höheren Deckungswert, so *Rhinanthus angustifolius*, *Anthyllis alpestris*, *Polygala chamaebuxus*, *Erica carnea* und vor allem *Laserpitium latifolium*, welche oft die Bestände dominiert und hier auch die grösste Fertilität aufweist (Gruppen G3, G4, I4 und I6). *Anemone narcissiflora* kommt in dieser Gesellschaft ebenfalls zur (relativ) höchsten Entfaltung und bestimmt an vielen Stellen mit ihren weissen Blüten den Frühsommerspekt.

Die Produktivität der Gesellschaft ist geringer als jene der Mittleren Gesellschaft III und nimmt mit zunehmender Extremität der Standorte (von Einheit 12 zu 14) weiter ab. In der Einheit 12 erhobene Erträge liegen um 20 dt/ha TS pro Nutzungsjahr (eigene Messungen, unveröff.).

Die Gesellschaft findet sich an steileren sonnigen Hängen mit hohem Anteil an Kalkgesteinen im Muttergestein. Die Böden stehen unter dem Einfluss von Ueberschüttung und Erosion und zeigen oft Lücken in der Grasnarbe.

Floristisch wurde die Gesellschaft in drei Einheiten gegliedert, die sich standörtlich aufgrund der Bodenfrische und des Basen- und Kalkgehaltes unterscheiden.

a) *Einheit 12: Ausbildung frischer, verhältnismässig basenarmer Standorte*

Anzahl Aufnahmen: 20

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 62.0 (53-72)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 32

pH-Mittelwert des Oberbodens: 5.3 (4.7-6.4)

Obwohl auf den ersten Blick das Uebergewicht der Basenzeiger auffällt, enthalten diese Wiesen noch eine beträchtliche Zahl von Säurezeigern, sowohl frischezeigende wie auch solche trocknerer Standorte (Gruppen D1 und D3). Vor allem Arten der kalkfreien Waldstandorte und der Zwergstrauchheiden wie *Homogyne alpina*, *Vaccinium myrtillus* und *V. gaultherioides* grenzen neben Arten saurer Magerrasen wie *Geum montanum*, *Campanula barbata*, *Hypochaeris uniflora* und *Helictotrichon versicolor* die Einheit von den übrigen Ausbildungen der Gesellschaft ab.

Wenn wir auf der Tabelle das Verhalten der Arten der Gruppe H betrachten, so stellen wir ein allmähliches Ausklingen von der Einheit 12 über 13 zu 14 fest. (Nur *Crepis pontana* zeigt ein eher "stufenweises" Verhalten). Diese Arten stammen vorwiegend aus dem *Caricion ferrugineae* und deuten auf eine gute Feuchtigkeitsversorgung hin. Es sind auch noch andere Frischezeiger vorhanden, nämlich Arten der Gruppe K5, z.B. *Parnassia palustris* und *Orchis globosa*. Dagegen fehlen Wechsell Trockenheits- und Trockenheitszeiger wie *Trifolium montanum*, *Carduus defloratus* und *Potentilla grandiflora* (K2) oder sie treten zurück wie die Arten der Gruppe I1 (z.B. *Helictotrichon pubescens* und *Centaurea alpestris*). Auch das wärmebevorzugende *Laserpitium latifolium* erscheint selten und nur mit geringem Anteil. Diese letztgenannten Arten sind charakteristisch, wenn auch nicht alle höchst, für die Ausbildungen 13 und 14.

Zwergsträucher weisen einen mässigen bis geringen Deckungsgrad auf (5-15%). Moose und Flechten sind selten und bedecken meist unter 5% (höchster Anteil in Aufnahme Nr. 143: 10%).

Die Ausbildung tritt in mässig bis sehr stark geneigten Lagen (30-80%) an Hängen, vielfach in der Nähe von Runsen, auf frischen, oft wasserzügigen, teils auch leicht wechsellrockenen, mittel- bis tiefgründigen, lehmigen, basenhaltigen Böden über kalkschieferreicher Moräne auf.

b) *Einheit 13: Ausbildung wechsellrocken-wechselfeuchter Standorte*

Anzahl Aufnahmen: 20
mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 54.6 (44-64)
Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 23
pH-Mittelwert des Oberbodens: 5.5 (5.2-6.3)

Die Ausbildung beherbergt eine grosse Anzahl von Arten, die auf trocknere Standorte hinweisen. Darunter sind auch einige Säurezeiger wie *Pulsatilla vernalis* und *Botrychium lunaria* (Gruppe E3), während die azidophilen Frischezeiger *Homogyne alpina* und *Bartsia alpina* praktisch nicht mehr vorkommen (D1). Die Gruppe der basiphilen Trockenheitszeiger I1 mit *Helictotrichon pubescens*, *Centaurea alpestris* und *Satureja alpina* tritt deutlich mit höherer Konstanz auf als in Einheit 12. Mit mässiger bis geringer Stetigkeit, jedoch mit sichtbarer Konzentration auf die Einheiten 13 und 14 (und auch 21) erscheinen die Arten der Gruppen K2, K3 und K4.

Arten wärmerer Standorte, die vor allem auch an windexponierten Lagen, auf offenen Böden und im nicht geschlossenen Rasen vorkommen wie *Thymus polytrichus*, *Antennaria dioeca* und *Biscutella levigata* (Gruppe I7) treten gegenüber der Einheit 12 ebenfalls etwas vermehrter auf.

In der Zwergstrauchschicht fehlen die Vaccinien-Arten, die in der Einheit 12 noch hochstet vertreten sind. Sie wurden nur noch von basiphilen Arten aufgebaut, nämlich von *Polygala chamaebuxus*, *Erica carnea* und *Thymus polytrichus*. Meistens bedecken diese Zwergsträucher etwa 10-20%, in einem Fall (Aufnahme Nr. 128) 65%. Moose und Flechten sind nicht häufig. In den Aufnahmen bedecken sie 0-5%.

Der Standort dieser Ausbildung kann wie folgt umschrieben werden: Mässig bis stark geneigte Lagen (30-65%) an sonnigen, konvexen bis konkaven, oft unebenen Hängen oder Hangrücken auf mittelgründigen skelettreichen, leh-

migen, basenhaltigen Böden, vorwiegend über kalkschiefer-, serpentin- und dolomitreicher Moräne.

c) *Einheit 14: Ausbildung wechsellrockener, basenreicher Standorte*

Anzahl Aufnahmen: 11

mittlere Artenzahl (ohne Moose und Flechten): 47.9 (43-58)

Anzahl Konstante (Stetigkeit 5): 30

pH-Mittelwert des Oberbodens: 6.0 (5.2-6.9)

Diese Einheit bildet bei den Mähdern das Endglied einer ökologischen Reihe mit zunehmendem Basengehalt im Boden. In ihr fehlen die Säurezeiger praktisch ganz. Nur an oberflächlich versauerten Stellen gelangen noch einige davon zu mässiger Ausbreitung, so z.B. *Calluna vulgaris*, *Vaccinium gaultherioides* und *Solidago alpestris*. Frischezeiger (Gruppe H) kommen ebenfalls nur noch in geringer Stetigkeit vor und zeigen eine schwache Vitalität.

Dagegen erreichen *Carex sempervirens*, *Laserpitium latifolium* und *Globularia nudicaulis* hier ihre höchsten Deckungswerte im Gebiet. Vor allem das oft sehr dominante *Laserpitium latifolium* prägt das Bild dieser Bestände.

Die Zwergsträucher bedecken meistens weniger als 20% der Flächen. Moose sind ziemlich verbreitet, bedecken aber nur äusserst geringe Flächen (viel weniger als 5%).

Den Standort dieser Einheit bilden stark geneigte Lagen (40-65%) an sonnigen, flachen Hängen und Kuppen auf mittelgründigen, skelettreichen, lehmingen, basen- und kalkhaltigen, wechsellrockenen Böden über vorwiegend kalkschiefer-, serpentin- und dolomitreicher Moräne.

Systematische Stellung der Mähder basenreicher Standorte

Kalk- und basenreiche Bergmähder werden unter anderem von WAGNER (1965) und von THIMM (1953) beschrieben. Aber weder das "*Seslerio-Semperviretum*" von WAGNER noch jenes von THIMM, bzw. ihr "*Caricetum ferrugineae*" lassen sich mit der vorliegenden Gesellschaft und ihren Ausbildungen vergleichen. Immerhin stimmen sie mit diesen in einer grossen Zahl von *Seslerion*, bzw. *Caricion ferrugineae*-Arten überein. Die Gesellschaften der genannten Autoren sind aber eindeutiger den entsprechenden systematischen Einheiten zuzuordnen. Auch fehlen ihnen einige wichtige Bestandesbildner der Parsenn-

mähder, besonders *Laserpitium latifolium*, *Crepis pontana*, *Helictotrichon pubescens* und *Trifolium montanum*, nebst vielen azidophilen Arten wie *Homogyne alpina*, *Campanula barbata*, *Arnica montana* u.a. (vor allem was den Vergleich mit Einheit 12 betrifft).

Aus den westlichen Alpen (Parc National de la Vanoise) beschreibt GENSAC (1979) ein "*Helianthemo-Festucetum rubrae*", das allerdings beweidet wird. Diese Gesellschaft, die über Rendsina oder Kalkbraunerde stockt, zeigt in bezug auf die Mittelstellung zwischen trockenen und frisch-feuchten Kalkrasen sowie auf die vorkommenden azidophilen Arten eine gewisse floristische Ähnlichkeit mit der Gesellschaft der Parsennmäher. Eine systematische Zuordnung der Gesellschaft nimmt der Autor nur bis zur Ebene der Ordnung vor.

Aufgrund eines Vergleichs mit den Charakterarten nach BRAUN-BLANQUET (1969) erweist sich auch für die vorliegende Gesellschaft die systematische Zuordnung als schwierig. Sie nimmt eine Mittelstellung ein, wobei in der Einheit 12 der Schwerpunkt bei den Arten des *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931 liegt und in der Einheit 14 bei den Arten des *Seslerion coeruleae* Br.-Bl. 1926.

4.2.2. Fettwiesen (Gesellschaft V)

Die folgende Beschreibung der Fettwiesentypen erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit für ein bestimmtes Gebiet. Ihr Zweck liegt darin, der eingehenden Untersuchung in den Parsennmähdern sozusagen den Rahmen der sie umgebenden subalpinen Grünlandvegetation zu geben. Eine umfassende pflanzensoziologische Untersuchung der Fettwiesen von Davos und Umgebung ist zudem von anderer Seite in Bearbeitung (von Prof. R. HUNDT, Halle, DDR, pers. Mitt.).

Die drei ausgeschiedenen Einheiten lassen sich alle zwangslos dem *Polygono-Trisetion* Br.-Bl. 1947 zuordnen. Sie unterscheiden sich durch ihren Wasser- und Nährstoffhaushalt. Dass es sich hierbei um die wichtigsten Standortsfaktoren zur Differenzierung der Davoser Fettwiesen handelt, haben auch die Untersuchungen zur Vegetationskartierung im Rahmen des MaB-6 Projektes (in Vorb.) gezeigt.

Kennzeichnend und differenzierend gegenüber den Mähdern und Magerweiden sind die Artengruppen A mit montanen und subalpinen Fettwiesenarten. Wesentlich am Bestandaufbau sind aber auch die konstanten Arten der Gruppe B1, die wir in den Mähdern natürlich nährstoffreicher Standorte (Gesellschaft I) sowie in gedüngten Mähdern wieder finden. Andere Arten, die auch in den Mähdern vorkommen, gesellen sich hinzu und werden zu Differentialarten der verschiedenen Fettwiesentypen. Sie zeigen verminderte Konkurrenzfähigkeit und werden so zu charakteristischen Arten in weniger nährstoffreichen (Gruppen B2, G1 und I1) oder höher gelegenen (B3, I1-I3) Fettwiesentypen.

Bei der Einheit 15 handelt es sich um sehr üppige, krautreiche, hochproduktive Bestände, in denen oft eine Art dominant wird (meist ist es *Peucedanum ostruthium*, *Chaerophyllum cicutaria* oder *Rumex arifolius*). Die scharfen Konkurrenzbedingungen an diesen Standorten beschränken die Artenzahl im Mittel auf 22.4 (17-26).

Die Bestände werden regelmässig und intensiv gedüngt und pro Jahr zweibis dreimal genutzt. Sie besiedeln die Ebenen des Davoser Haupttales und des vorderen Dischmatales und liegen zwischen 1550 und 1700 m. Die höchstens schwach geneigten Lagen weisen tiefgründige, tonreiche, grundwasserbeeinflusste Braunerdeböden, zum Teil mit Reduktionshorizonten, auf.

In der Einheit 16 tritt eine Anzahl von konkurrenzschwächeren Arten hinzu, die im *Trisetetum flavescens* (Schröter) Brockmann-Jerosch 1907 verbreitet sind (*Viola tricolor*, *Crepis blattarioides*, *Knautia silvatica*, *Silene vulgaris*, *Agrostis tenuis* u.a., Gruppen A3, B2 und I1). Ebenfalls erscheint *Heracleum sphondylium*, das nach HUNDT (mündl.) grundwasserbeeinflusste Böden eher meidet.

Die Bestände erscheinen ausgeglichener, was die Dominanzverhältnisse wie auch das Verhältnis der Gräser, Kleearten und der übrigen Kräuter zueinander betrifft. Sie sind ebenfalls sehr ertragreich und werden intensiv bewirtschaftet (regelmässige Düngung und jährlich zwei- oder dreimalige Nutzung).

Man findet die Bestände gewöhnlich an den unteren Hängen des Haupttales und des Dischma zwischen etwa 1600 und 1800 m. Es handelt sich um stärker geneigte Lagen (bis 60%) auf tiefgründiger Braunerde, meist ausserhalb des Grundwasserbereiches.

Die Einheit 17 kann als sonnige, relativ magere, höhergelegene Ausbildung der Goldhaferwiese bezeichnet werden. Die frische- und nährstoffzeigenden Arten der Gruppe A1 (meist montane Arten) kommen nicht mehr vor, dafür gedeiht zusätzlich eine Anzahl von Arten mit weniger hohen Feuchtigkeits- und Nährstoffansprüchen wie *Colchicum autumnale*, *Plantago lanceolata*, *Silene nutans*, *Tragopogon orientalis* (Gruppe A4) oder *Centaurea alpestris*, *Satureja alpina*, *Galium anisophyllum* und *Phyteuma orbiculare* (Gruppen I1 und I2). Einige andere Arten treten mit erhöhtem Deckungsgrad auf (*Festuca rubra*, *Potentilla aurea*, *Campanula scheuchzeri*, *Trifolium pratense* und *Helictotrichon pubescens*, Gruppen G1 und I1).

Diese Bestände sind deutlich weniger produktiv und werden bei mehr oder weniger regelmässiger Düngung jährlich ein- bis zweimal genutzt.

Die Aufnahmen stammen fast durchwegs aus der näheren Umgebung der Parsennmäher (Schwarzseealp und Büdemji). Sie repräsentieren einen lokalen Fettwiesentyp, der in der weiteren Umgebung nicht auf die Gültigkeit seiner Verbreitung hin untersucht wurde.

Standörtlich sind die Aufnahmeflächen gekennzeichnet durch mässig bis stark geneigte (35-50%; Aufnahme Nr. 230: 75%) sonnige Hanglagen südlicher Exposition mit tiefgründigen, frischen, schluffigen, meist basenreichen Böden, auf vorwiegend serpentinhaltiger Moräne.

4.2.3. Magerweiden (Gesellschaft VI)

Die Vegetationsaufnahmen der Magerweiden stammen zum grössten Teil aus den Sömmerungsweiden, die an die Parsennmäher seitlich und nach oben anschliessen. Die restlichen stammen aus dem Flüelatal, aus dem Dischma, von der Poststatenalp und der Strelaalp.

Wie bei den Fettwiesen erhebt die vorliegende Gliederung keinen Anspruch auf Repräsentativität für ein bestimmtes Gebiet. Die Aufnahmen dienen zu Vergleichszwecken, und die Zusammenfassung in Einheiten soll diese erleichtern.

Die Aufnahmen lassen sich in drei Einheiten mit azidophilen und eine Einheit mit basiphilen Magerweiden gliedern. Bei den azidophilen Weiden, die alle dem *Nardo-Trifolion alpini* Preisg. 1949, bzw. dem *Eu-Nardion* Br.-Bl.

1926 angehören, lassen sich eine wechsellrockene, eine frische und eine hochsubalpine Ausbildung unterscheiden.

Die wechsellrockene Ausbildung Einheit 18 ist charakterisiert durch die Arten der Gruppen E2 und E3, vor allem durch *Laserpitium halleri*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Pulsatilla vernalis* und *Pedicularis tuberosa*. Die ersten drei dieser Arten können abwechselnd den Bestand dominieren. Beträchtlich sind auch die konstant hohen Anteile von *Nardus stricta* und *Carex sempervirens*. Interessant ist das Auftreten von *Rhinanthus angustifolius*, einer Art, die sonst kaum in Weiden vorkommt. Diese Bestände wurden vor etwa 50-100 Jahren noch gemäht und werden heute nur sehr extensiv und unregelmäßig beweidet. Die floristisch enge Verwandtschaft zu den Mähdern saurer, nährstoffarmer Standorte, besonders zu den Einheiten 6 und 7 ist unverkennbar.

Standörtlich handelt es sich durchwegs um stark geneigte (45-65%), meist unebene, sonnige Hanglagen auf mittelgründigen, wechsellrockenen, tonarmen, basen- und kalkarmen, skelettreichen Böden, vielfach mit offener Grasnarbe und Trittschäden.

In der frischen Ausbildung Einheit 19 fehlen die Wechsellrockenheitszeiger (Gruppen E2 und E3) weitgehend. Die Bestände werden vorwiegend durch typische *Nardion*-Arten aufgebaut, vorab mit viel *Nardus stricta*. Vereinzelt treten auch Nährstoffzeiger wie *Phleum alpinum*, *Trifolium repens* und *Alchemilla monticola* (Gruppen B1 und B3) auf, was auf einen "milden" Charakter der Borstgrasrasen hinweist.

Die Standorte können umschrieben werden mit mäßig bis stark geneigten Lagen (20-45%; Aufnahme Nr. 10: 70%) an Hängen, flachen Hangrücken oder in Hangmulden auf mittelgründigen, frischen, basen- und nährstoffarmen Böden.

Die hochsubalpine Ausbildung Einheit 20 hebt sich von den vorangehenden aufgrund der Artengruppe F ab, welche Arten der alpinen Silikattrockenrasen und Schneetälchen enthält. Zusammen mit dem hochsteten und anteilmäßig beträchtlichen Auftreten von *Geum montanum*, *Campanula barbata*, *Plantago alpina*, *Arnica montana* und *Nardus stricta* vervollständigt sich das Bild eines hochsubalpinen, nährstoffarmen Borstgrasrasens.

Die Einheit weist eine nahe Verwandtschaft mit der hochsubalpinen azidophi-

len Mähdereinheit 5 auf. Es fehlt ihr aber *Pulsatilla sulphurea*, und *Hypochoeris uniflora* tritt mit deutlich reduziertem Deckungsgrad auf (Mähwiesenarten).

Die Aufnahmen stammen von Flächen, die meist zwischen 20 und 40% geneigt und oberhalb 2000 m gelegen sind.

Die Aufnahmen der Ausbildung basenreicher Standorte Einheit 21 stammen alle aus der unmittelbaren Umgebung der Parsennmäher. Mangels genügenden Aufnahmematerials wurde die Einheit nicht weiter unterteilt, obwohl einige Aufnahmen durchaus eine Eigenständigkeit vermuten lassen, was auch die starke Streuung im Ordinationsmodell zum Ausdruck bringt (Abb. 3).

Unter den Basenzeigern, die neben *Festuca violacea*, *F. rubra* und *Carex sempervirens* die Bestände aufbauen, sind die Gruppen I5, I6 und K1 besonders stark vertreten. Dagegen erscheinen Frischebevorzugende wie *Anemone narcissiflora*, *Trollius europaeus*, *Crepis pontana* oder *Bellidiastrum mitchellii* (Gruppe H) spärlicher und mit meist geringem Deckungswert.

Die abweichende Variante (Aufnahmen Nr. 312, 265 und 313), in der die Gruppe K1 mit *Sesleria coerulea* praktisch fehlt, hingegen hohe Anteile an *Nardus stricta*, *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Calluna vulgaris* aufweist, deutet vermutlich auf den Einfluss einer unangepassten Weideführung (Unternutzung, wodurch eine starke Selektion bewirkt wird), verbunden mit oberflächlicher Versauerung des Bodens hin.

Floristisch lassen sich die Bestände kaum von jenen der basiphilen Mähdereinheiten 13 und 14 trennen (vgl. Kap. 4.1.1.3.).

Die untersuchten Flächen stammen aus mässig bis sehr stark geneigten Lagen (30-70%), an unebenen, meist sonnigen Hängen auf mittelgründigen, skelettreichen, zeitweise etwas austrocknenden, basenhaltigen Böden über vorwiegend kalkschiefer-, dolomit- und serpentinreicher Unterlage.

5. Diskussion

5.1. Pflanzensoziologisch-ökologischer Ueberblick

Aus der Diskussion über die *Systematische Stellung* der einzelnen Mähdergesellschaften in Kap. 4.2.1. geht die Schwierigkeit hervor, diese in das pflanzensoziologische System der Literatur einzuordnen. Dabei handelt es sich nicht etwa um ein auf die Parsennmäher beschränktes Problem. Zahlreiche Untersuchungen aus andern Teilen der Alpen und dem Jura über floristisch und ökologisch vergleichbare Bestände stossen auf dieselbe Schwierigkeit (z.B. LÜDI 1921, THIMM 1953, WAGNER 1965, BEGUIN 1972, GENSAC 1979).

Man könnte versucht sein, die Ursache dafür im *methodischen Ansatz* zu suchen. In der Tat unterscheidet sich die Methode der vorliegenden Arbeit (wie auch jene in der zitierten Literatur) von der "quasistatischen" Methode nach BRAUN-BLANQUET (1964), indem die Aufnahmeflächen nicht aufgrund von Charakterarten hypothetisch vorkommender Assoziationen, Verbände oder Ordnungen ausgewählt wurden. (Zur Diskussion dieser Methode vgl. auch GREIG-SMITH 1964, HOFMANN 1969 oder FRANKENBERG 1982).

Bei einem solchen Vorgehen, auf dem die systematische Ordnung der Pflanzengesellschaften weitgehend beruht, müsste fast die gesamte Mähdervegetation unberücksichtigt bleiben. Denn die Systematik nach Charakterarten kann nur "Extremstandorte" berücksichtigen (ELLENBERG 1978) und kümmert sich kaum um die oft weit verbreitete Vegetation eher mittlerer Standorte. Aus der alpinen Stufe bei Davos liegt eine eingehende soziologische Untersuchung und Kartierung der Silikatvegetation von VETTERLI (1982) vor, welche zeigt, dass die flächenmässig weitaus grössten Teile aus solchen "Uebergängen" bestehen, die zudem an ihren Standorten klimaxnäher sind als die systematischen Einheiten dieser Stufe. Letztere kommen hingegen kleinflächig auch vor und schliessen sich floristisch kontinuierlich an die Uebergänge.

Im Gegensatz zur Methode von BRAUN-BLANQUET wurde hier also versucht, die ganze Variationsbreite der Mähdervegetation einschliesslich der "Uebergänge" und sogenannter "fragmentarischer Bestände" zu erfassen, wobei für die Flächenwahl die Kriterien Homogenität und Minimumareal ausschlaggebend waren. Für eine Vegetations- und Standortserkundung, die mehr praktische als systematische Zielsetzung hat, erweist sich dieses Vorgehen als sinnvoll (vgl. auch KLÖTZLI 1972).

Für die Tatsache, dass die Magerwiesen der subalpinen Stufe allgemein keinen selbständigen Eingang in die Systematik gefunden haben, kann ein weiterer Grund angenommen werden. Ueberregional betrachtet scheint die flächenmässige und wirtschaftliche Bedeutung von subalpinen Magerrasen gegenüber anderen anthropogenen Pflanzengesellschaften (z.B. Fettwiesen und Weiden) bisher als geringer eingestuft worden zu sein.

Eine umfassende Auswertung von Untersuchungen in Magerwiesen aus verschiedenen Regionen des Alpengebietes, welche in Vorbereitung ist (DIETL, persönliche Mitt.), wird den Weg zu einer systematischen Abklärung weisen. Aus diesem Grunde wurde auf eine allgemein gültige Einreihung der Gesellschaften in das soziologische System verzichtet, obschon KLÖTZLI (1972) dies aus praktischen Erwägungen für jede Einheit aufgrund ihrer spezifischen Kombination von Artengruppen und ihrem Anteil an Charakterarten verschiedener soziologischer Wertigkeit empfiehlt.

Die Tatsache, dass im Parsennmähdergebiet "typische", durch Charakterarten gekennzeichnete Gesellschaften weitgehend fehlen, bedeutet nicht, dass fliessende Uebergänge zu solchen nicht möglich wären. Von andern Autoren beschriebene Bergmähder und Magerwiesen weisen zum Teil engere Beziehungen zu systematischen Einheiten auf (z.B. THIMM 1953, WAGNER 1965, HARTMANN 1971). Dies gilt auch für die Uebergänge zu den Fettwiesen, die sich im Gebiet floristisch klar von den Mähdern abtrennen lassen (vgl. dazu STEBLER und SCHRÖTER 1893, DIERSCHKE 1979).

Eine *ökologische Charakterisierung* der Mähder im Hinblick auf ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede ist Gegenstand der folgenden Abschnitte.

Alle Mähderstandorte dürfen als waldfähig angesehen werden (vgl. KUOCH und AMIET 1970) und sind somit Ersatz- oder Dauergesellschaften (LANDOLT 1977b, WILMANN 1978). Die Entwicklung zur Klimaxvegetation ("regionale, natürli-

che Vegetation", potentielle Vegetation; WILMANNS 1978) ist durch menschliche Einflussnahme unterbrochen und sekundär in einen bestimmten Dauerzustand überführt worden. Nach den sogenannten unabhängigen ökosystembildenden Faktoren im Sinne von JENNY (1941), nämlich Grossraumklima, Relief, Muttergestein, Zeit und Artenschatz, unterscheiden sie sich nicht von der potentiellen Waldvegetation. Hingegen hat der Mensch mit seiner spezifischen Bewirtschaftung sowohl direkt auf die Vegetationsdecke (Rodung, periodische Mahd) wie auch indirekt auf das ganze Oekosystem, namentlich auf die *Bodenentwicklung*, die *Mikroklimabildung* und die *Formung der Lebensgemeinschaften* sowie auf die Beziehungen dieser Prozesse untereinander Einfluss genommen. Durch die Lichtstellung der Rasenvegetation wurde ein Bestandesklima erzeugt, das in bezug auf Einstrahlung, Wärmehaushalt und Humidität viel extremer und unausgeglichener ist (vgl. auch WALTER 1973). Daneben unterscheidet sich auch die Qualität der anfallenden Streu stark von jener der Wälder.

Von den für die *Vaccinio-Piceion*-Gesellschaften kennzeichnenden Podsolen können unter den Mähdern höchstens noch Spuren gefunden werden. Fast überall sind Braunerdetypen anzutreffen. Es ist anzunehmen, dass diese sekundär aus früheren Eisen- und Humuspodsolen hervorgegangen sind. Durch die Veränderung des Mikroklimas, vor allem die stärkere Erwärmung in Bodennähe wurde die Aktivität der Bodenlebewesen erhöht, was zu einem beschleunigten Umsatz der organischen Substanz geführt hat (vgl. auch RICHARD 1945).

BRAUN-BLANQUET et al. (1954) vergleichen im Schweizerischen Nationalpark das Humuspodsol eines *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum* mit dem Braunerdeboden einer Borstgrasweide, die durch Brandrodung aus ersterer hervorgegangen ist. Diese sekundäre Braunerde unterscheidet sich vom Humuspodsol durch fehlende Humusauflage, diffuse Vermengung der mineralischen Horizonte, bedeutend engeres C/N-Verhältnis, höheren Basensättigungsgrad und höheren pH-Wert, geringere Luft- und Wasserdurchlässigkeit und höhere biologische Aktivität. Der Zelluloseabbau pro Zeiteinheit ist 5.7-mal, der Eiweissabbau 1.2-mal grösser. Ähnliche Feststellungen für die Rendsinaserie gehen aus den Untersuchungen von FREI (1944) hervor.

Die günstigeren Wärmeverhältnisse in einem stark verbrauchten "Gebirgsweideboden" gegenüber einem Humuspodsol hebt RICHARD (1945) hervor. Die Mitteltemperaturen (t_m -Zahlen; Juli bis November) weisen beträchtliche Unterschiede auf. An der Oberfläche und in 60 cm Tiefe betragen sie in der Braunerde 20 bzw. 14°C, im Humuspodsol 13.8 bzw. 11°C. Oben dürfte es sich vor allem um höhere Maxima und in der Tiefe um Schwankungen auf einem höheren Niveau des verbrauchten Bodens handeln.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Bodenentwicklung durch die Veränderung der Pflanzendecke und damit auch des Mikroklimas in eine für die Futterproduktion günstige Richtung gelenkt worden ist. Statt extrem sauren Podsolen oder flachgründigen Humuskarbonatböden sind mittel- bis tiefgründige, mässig saure Braunerdeböden mit hoher biologischer Aktivität entstanden.

Eine ökologisch interessante Tatsache stellt die *Nutzungsform* dar. Durch die *relativ späte Mahd* werden die Regenerationsmöglichkeiten der Pflanzendecke erweitert, die Reservestoffbildung der Pflanzen unterstützt (KLAPP 1971, ELLENBERG 1978) und die Artendiversität infolge von Schaffung "zeitlicher" ökologischer Nischen erhöht. Darin liegt ein entscheidender Unterschied zu den intensiver genutzten Alpweiderasen. Wie Beobachtungen andeuten (siehe Kap. 4.1.4.3.) kann diese Wirkung durch die Beweidung der Mähder verlorengehen.

Mit den bewusst eingelegten *periodischen Nutzungspausen* wird der genannte Einfluss noch verstärkt, ohne dass sich die nachteiligen Folgen einer dauernden Brachlegung, wie Ueberhandnehmen einzelner Arten oder Verheidung, einstellen können. Darüber hinaus wird durch die "Gründüngung" das Nährstoffkapital des Oekosystems auf einem hohen Niveau gehalten, was eine stabilisierende Wirkung hat (vgl. GIGON, im Druck), und ein Ausgleich im Ionenhaushalt des Oberbodens geschaffen (siehe auch BACH 1950). Die günstigen Abbaubedingungen verhindern eine stärkere Anreicherung von Rohhumus (siehe Bodenprofile, Kap. 4.1.2.2.), und dies trotz der fast überall auftretenden Holzpflanzen.

Die traditionelle Bewirtschaftung der Mähder kann somit als ökologisch sehr günstige, angepasste Standortpflege bezeichnet werden, die in optimaler und doch schonender Art die standörtlichen Möglichkeiten nutzt und dabei die Stabilität des erstrebten Gleichgewichtes fördert und unterstützt.

Die allen Mähdern gemeinsamen Merkmale sollen aber nicht vergessen lassen, dass sich innerhalb dieser Vegetation ein überaus reichhaltiges Spektrum an Standorten mit floristisch ganz unterschiedlichen Beständen darbietet. Ein Blick auf die Vegetationstabelle, die insgesamt 231 Arten (nur Mähder; ohne Moose und Flechten) enthält, welche in verschiedenen Kombinationen

viele Kleinstandorte charakterisieren, bestätigt diese Tatsache. Ebenso wird dies auch aus den Gesellschaftscharakterisierungen und den Ergebnissen der chemischen Bodenuntersuchungen (Kap. 4.2.1, 4.1.2.) ersichtlich.

Es soll nun der Frage nach den wichtigsten *vegetationsdifferenzierenden Faktoren* nachgegangen werden. Während für die Mähder gesamthaft der Bewirtschaftungseinfluss als ausschlaggebender Faktor angesehen werden kann, so müssen die verantwortlichen Faktoren für die Differenzierung der Mähder unter den natürlichen Standortbedingungen gesucht werden.

Der mathematische Vergleich der Vegetationsaufnahmen (Ordination, Kap. 4.1.1.2.) ergab zwei klare floristische Gradienten, die im folgenden ökologisch interpretiert und diskutiert werden sollen.

Der *Gradient A* (Abb. 3a) mit den Einheiten 5,6,7,8,9,10,12,13 und 14 weist eine gute Korrelation mit den Grössen Azidität, KUK, Ca^{++} - und Mg^{++} -Gehalt sowie Basensättigung auf. Er ist also vom Verhältnis der H^+ -Ionen zu den übrigen Kationen abhängig. In einem gewissen Bereich korreliert er auch mit dem Humusgehalt (Abb. 6-12). In diesem Bereich der Vegetation, der oligotrophe, frische bis wechsellrockene Verhältnisse aufweist, besteht also ein enger Zusammenhang zwischen Vegetation und *Basenhaushalt im Boden*. Die Analyse der Vegetation bestätigt diese Annahme aufgrund der soziologischen und ökologischen Wertung der Artenkombinationen und der R-Zahl (Abb. 15). Ausschlaggebend dürfte der Einfluss der unterschiedlichen Zusammensetzung des Muttergesteins, an gewissen Stellen auch der kolluviale Nachschub von Gestein und Feinerde sein. In bezug auf den Humusgehalt ist der Einfluss der Bewirtschaftung (Verheidungstendenzen) in Betracht zu ziehen, welcher den Streuabbau fördern oder hemmen und so der Bodenversauerung Vorschub leisten kann.

Das floristische Kontinuum zwischen den beiden Polen des Gradienten weist auf breiter Strecke die soziologisch bereits diskutierten "Mischbestände" auf (was vor allem die Gesellschaft III betrifft). Da diese Bestände flächenmässig eine grosse Bedeutung haben, soll auf ihre ökologischen Verhältnisse noch etwas näher eingegangen werden.

Bemerkenswert daran ist das gemeinsame Vorkommen von *Basen- und Säurezeigern auf engstem Raum* sowie das Auftreten von Kalk- und Basenzeigern in einem pH-Bereich, in welchem sie ökologisch sonst nicht erwartet werden

(vgl. dazu GIGON 1971). Nach GIGON ist auf Karbonatböden das Ionenmilieu ein wichtiger Faktor für das Fehlen vieler "*Nardetum*"-Arten, während auf karbonatfreiem Boden die Konkurrenz seitens der "*Nardetum*"-Arten für das Fehlen der grössten Anzahl von "*Seslerietum*"-Arten verantwortlich ist. Von den streng karbonattreuen Arten, also solchen, die physiologisch auf karbonatfreien Standorten nicht vorkommen können (Annahme von GIGON 1971) wie *Helianthemum alpestre*, *Gentiana clusii*, *Sedum atratum*, *Saxifraga caesia* oder *Primula auricula*, wurden in den Mähdern keine gefunden. Es handelt sich bei ihnen um konkurrenzschwache, lichtbedürftige Arten mit sehr engem Standortsbereich.

Zwei Hypothesen sollen zur Klärung dieses Phänomens herangezogen werden (vgl. dazu auch LÖTSCHERT 1959).

- Die *pH-Schichtung des Bodens* über heterogener Unterlage bietet verschiedene ökologische Nischen an. Eine solche Schichtung existiert in vielen Böden, vor allem der mittleren Standorte wie das Bodenprofil 2 (Abb.14) illustriert. Die pH-Werte reichen dort von 4.5 bis 7, und gleichzeitig wurde eine Durchwurzelung bis in 1 m Tiefe festgestellt. Damit wird natürlich auch die Bedeutung der gemessenen pH-Werte des Oberboden (5-10 cm) und ihrer Korrelation mit der Vegetationsdecke eingeschränkt, bzw. relativiert. Es bleibt aber trotzdem noch die Frage der Konkurrenzfähigkeit der "*Seslerierum*"-Arten (GIGON 1971) in diesen meist dichten Beständen offen.
- Das Gesetz der *relativen Standortskonstanz* (WALTER und WALTER 1953). Viele Kalk- und Basenzeiger bevorzugen gleichzeitig auch wärmebegünstigte Standorte. Der Zusammenhang zwischen Kalkstetigkeit und Wärmeansprüchen dieser Pflanzen wird unter anderem von ELLENBERG (1958) und LÖTSCHERT (1959) diskutiert. Nach ihnen erweist sich die Wärmesumme für viele "basiphile" Arten als ein Faktor von relativer Konstanz. Dies bedeutet, dass solche Arten an thermisch begünstigten Standorten auch bei relativ hoher H-Ionenkonzentration im Boden der Konkurrenz besser gewachsen sind.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und Beobachtungen dürften beide Erklärungen zur Beantwortung der gestellten Frage beitragen, wobei je nach Bodenverhältnissen, Mikroklima und Pflanzenart, die eine oder andere mehr Bedeutung hat.

Der Basenhaushalt, der für den Gradienten A von grosser Bedeutung ist, wird im *Gradienten B* mit den Einheiten 1,2,3,4,8 und 9 (Abb. 3a) durch einen andern natürlichen Faktorenkomplex überlagert. Dieser kann mit dem Begriff "*natürliche Gewinnlage*" umschrieben werden. Wenig geneigte und meist konkave Lagen (Terrassen, Mulden, Hangfüsse) schaffen Standorte mit viel Bodenfeuchtigkeit, Basen- und Nährstoffzufuhr, längerer Schneebedeckung, tiefgründigeren Böden und vermehrtem Windschutz. Es sind die "Mutternwiesen" mit ihren Uebergängen, die hier gedeihen. Sobald der Einfluss dieser Faktoren sich verringert, beginnt die Vegetation sich sofort aufgrund der Azidität und des Basengehaltes zu differenzieren, was in den Ausbildungen 3 und 4, teilweise auch in der Ausbildung 2 sichtbar wird.

Die gegenseitige Ueberlagerung dieser Faktoren bestätigt auch MARSCHALL (1947). STEBLER und SCHRÖTER (1893) und SCHRÖTER (1895) haben diese Tatsache ebenfalls beobachtet.

Als ein weiterer wichtiger Faktor der Vegetationsdifferenzierung, der aber in den ersten drei Komponenten der Ordination (Abb. 3) keinen graduellen Niederschlag findet, muss der *Wasserhaushalt im Zusammenhang mit der Einstrahlung* angesehen werden. Vor allem steilere, sonnige Hänge mit verminderter Wasserkapazität im Boden tragen eine Vegetation, die deutlich an diese Verhältnisse angepasst ist, so die Einheiten 6, 7 und 14. Obwohl keine Messungen darüber durchgeführt wurden, kann man einen zeitweiligen Wasserstress an diesen Standorten annehmen.

Von Interesse wäre sicher auch die Bedeutung des Stickstoffs. Sowohl REHDER (1970) wie auch GIGON (1971) haben die Mineralstickstoff-Angebote und die Stickstoffformen in "Seslerieten" und "Nardeten" untersucht und dabei bedeutende Unterschiede festgestellt. Relevante Ergebnisse sind aber nur mittels einer Analyse des gesamten Stickstoffkreislaufes zu erwarten, was im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war.

5.2. Landwirtschaft und Naturschutz

Die über Jahrhunderte oft mit grosser Sorgfalt gestaltete Nutzung der Parsenmmähder deutet bereits darauf hin, dass *ihre Bedeutung für die an-*

sässige Landwirtschaft nicht gering ist. Dafür gibt es verschiedene Gründe:

- Die Winterfütterungsperiode der Talbetriebe in Davos und Klosters ist relativ lang. Nach SENN (1952) beträgt sie in Davos um 260 Tage. Heute ist sie infolge Frühlingsweide auf den Talmähwiesen auf etwa 230 Tage zurückgegangen. Ein reichliches Angebot an Sommerfutter auf den ausgedehnten Alpweideflächen bedingt eine zusätzliche Knappheit an Flächen, die für die Futterkonservierung geeignet sind. Aus diesem Grunde hat man schon früh auch in den höheren Lagen die günstiger gelegenen Standorte zur Heuernte verwendet.
- Arbeitstechnisch erweist sich dies zudem als günstig, indem bei nicht extremen Witterungsbedingungen eine zeitliche Staffelung der Arbeit - Heuernte im Tal, Heuernte der Mähder, Emdschnitt im Tal - möglich ist.
- Der Futterwert des Mähderheus wird aus Erfahrung und Ueberlieferung von den Bauern als sehr hoch eingestuft. Seine Wirkung als "Medizinalheu" bei Magen- und Darmstörungen des Rindviehs und als Ausgleich zu regennassem Futter wird immer wieder betont.

Von einigen Vegetationsaufnahmen wurde versuchsweise die Bestandesgütezah nach STÄHLIN (1971) ermittelt. Ausser bei den Mutternwiesen (Gütezah um 30) ergaben aber alle Bestände schwach bis stark negative Werte (bis weniger als -50). (Absoluter Höchstwert: 100; negative Werte: "wertlos" bis "leistungsmindernd" bis "gesundheitsschädlich"). Diese Gütezahlen berücksichtigen allerdings nicht nur den Futterwert, sondern einen gesamten "Grünlandwert", ermittelt für die intensive Futterproduktion. Die Beispiele zeigen, dass eine solche Güteanalyse für sehr artenreiche, magere Bestände nicht vorbehaltlos anwendbar ist. Der extreme Unterschied in der Beurteilung durch Praktiker und Theoretiker ist allzu frappant.

Auch STÄHLIN (1966) erwähnt die freundliche Beurteilung vieler krautartiger Futterpflanzen durch die Bauern. Eine hohe Artenzahl der Bestände hat im Gehalt des Heus sicher eine grosse Vielfalt an verschiedenen aromatischen Gewürzstoffen wie ätherischen Oelen, Gerbstoffen, Senfölen, Glykosiden und anderen zur Folge die in kleinsten Mengenanteilen die Qualität bereichern können (siehe auch STÄHLIN 1958, 1966). Genauere Untersuchungen darüber bestehen aber nicht.

Was die Bauern hier in langer Tradition geschaffen und gepflegt haben, rückt im heutigen Bewusstsein aber auch auf einer andern Wertskala in ein besonderes Licht. Wer sich in der Vegetation der Gebirge nur einigermaßen auskennt und im Sommer auch schon durch Mähder wie im Parsenngebiet gewandert ist, der spürt, dass er sich hier auf einem besonderen Flecken Natur

befindet. Es fällt ihm die Schönheit dieser Matten mit ihrem ausserordentlich vielfältigen Mosaik und dem grossen Blumemreichtum auf. Der *hohe Wert dieser Vegetation und ihre Bedeutung für die Landschaft* werden durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung noch deutlicher sichtbar. Nicht nur rein natürliche, sondern auch viele sogenannte naturnahe Oekosysteme (wie z.B. auch *Molinion*-, oder *Mesobromion*-Rasen) können einen hohen biologischen, ökologischen und "erholungsfunktionellen" Wert an sich und für die Landschaft darstellen (vgl. BUCHWALD und ENGELHARDT 1968).

Das Oekosystem der Mähder zeichnet sich gleichermassen aus

- als interessantes "Kulturobjekt" einer ökologisch angepassten Form der Gebirgslandwirtschaft
- als ausgleichendes landschaftliches Element (Arten- und Genreservoir; siehe LANDOLT 1974) mit hohem Seltenheitswert für das Gebiet
- als Biotop, das vielen seltenen und geschützten Arten Lebensmöglichkeiten bietet. In den Parsennmähdern wachsen folgende geschützte Orchideen: *Listera ovata*, *Nigritella nigra*, *N. rubra*, *Platanthera bifolia*, *Gymnadenia conopsea*, *G. odoratissima*, *Leucorchis albida*, *Coeloglossum viride*, *Orchis globosa*, *O. ustulata*, *O. mascula*, *O. maculata* (vgl. LANDOLT 1970)
- als Biotop, das mit gebietsspezifischer Bedeutung für viele Arten besonders günstige Lebensbedingungen bietet, so z.B. für *Anemone narcissiflora*, *Pulsatilla sulphurea*, *Laserpitium latifolium*, *Hypochaeris uniflora*, *Crepis pontana*, *C. conyzifolia* (vgl. auch SCHIBLER 1937)
- als artenreiches, blumenprächtiges Landschaftselement mit reichhaltigem Standorts- und Vegetationswechsel (zur Artendiversität in Magerwiesen siehe auch ZOLLER und BISCHOF 1980)

Zwar befindet sich ausser *Nigritella rubra* keine der in den Parsennmähdern gefundenen Pflanzenarten innerhalb der "Roten Liste" in den Kategorien der gefährdeten und seltenen Gefässpflanzen der Schweiz, jedoch sind einige, besonders Orchideen, als "attraktive Arten" in gewissem Masse gefährdet (LANDOLT et al. 1982). Gesamthaft betrachtet genügen die genannten Kriterien vollauf, um die Schutzwürdigkeit der Mähderbestände zu dokumentieren (vgl. dazu auch BUCHWALD und ENGELHARDT 1968, KLÖTZLI 1970, KAULE 1978, WITSCHERL 1979).

Damit kommen wir wieder zum engen Zusammenhang zwischen Mähdervegetation und Bewirtschaftung und gleichzeitig auch zu eventuellen Gefahren, die

ihrer Erhaltung drohen können. Die heutige *Situation in der Gebirgslandwirtschaft* ist gekennzeichnet durch Wandel, Suche nach neuen Möglichkeiten, Abhängigkeit vom Tourismus, Abwanderung von Arbeitskräften, Abhängigkeit von Staat und Landwirtschaftspolitik (vgl. z.B. SAB 1982). Regional verschieden stark sind die Auswirkungen davon. Davos und Klosters gehören nicht zu jenen Gebieten, wo das Ueberleben der Landwirtschaft in Frage gestellt ist (WALSER 1974). Dies ist nicht zuletzt eine Folge der gesicherten Absatzverhältnisse und der guten Absatzorganisation (Zentralmolkerei Davos) sowie der besonders durch den tertiären Sektor hervorgebrachten Arbeitsplätze und Ausbildungsmöglichkeiten. Oft ermöglichen die Nebeneinkünfte eine überdurchschnittliche Mechanisierung der Landwirtschaftsbetriebe (WALSER 1974). Hingegen sind natürlich auch hier die am wenigsten rentablen Zweige der Landwirtschaft am stärksten bedroht, und dazu gehört auch die Nutzung der Mähder.

In Kap. 4.1.4. wurden die *Tendenzen der Nutzungsänderung* bereits besprochen. Im Vordergrund stehen die Beweidung von Mähdern, ihre gänzliche Aufgabe oder die Düngung. Im Hinblick auf die Erhaltung der Mähdervegetation, für die mit Entschlossenheit nach tragbaren Lösungen gesucht werden sollte, seien an dieser Stelle einige *Vorschläge und Empfehlungen* angebracht und diskutiert. Dabei hat die Sensibilisierung für dieses Problem bei den Bauern reelle Chancen. Das Bewusstsein der Verantwortung für die Landschaftspflege ist verbreitet, was auch aus einer Umfrage von WALSER (1974) hervorgeht.

Wenn an dieser Stelle über die Möglichkeiten der Düngung oder Beweidung von Mähdern gesprochen wird, so soll damit natürlich keineswegs einer allgemeinen Abwendung von der herkömmlichen Nutzung das Wort gesprochen werden. Die beste Lösung vom natur- und landschaftsschützerischen Standpunkt aus gesehen ist und bleibt die traditionelle, düngerlose Bewirtschaftung. Um aber der realen Situation gerecht zu werden, sollte ein Rahmen für mögliche, in jeder Hinsicht tragbare Massnahmen abgesteckt werden.

Grundsätzlich sollte eine *Düngung* nur mit dem Ziel, das Leben in den Mähdern nicht aussterben zu lassen, in Betracht gezogen werden. In diesem Sinne können mittlere Standorte mit einer sparsamen Düngung versehen werden, wenn dies durch eine Ertragserhöhung und Kleeanreicherung zur Weiterführung der gefährdeten Nutzung einer Parzelle beiträgt. An extremen

Standorten hingegen ist schon aus rein wirtschaftlichen Gründen von einer Düngung gänzlich abzuraten, wie aus den in Kap. 4.1.4.1. geschilderten Beobachtungen hervorgeht. Zahlreiche Untersuchungen aus andern Gebieten bestätigen diese Tatsache (z.B. KOBLET et al. 1953, DIETL 1972). In den Mähdern können die Gesellschaften II und IV als nicht verbesserungsfähig angesehen werden.

Geeignet für eine solche Düngung ist in erster Linie die Verabreichung von P_2O_5 und K_2O , wobei eine Gabe alle 8-10 Jahre genügt. Aufgrund der festgestellten Phosphatarmut kommen Düngermengen von 100-120 kg P_2O_5 und 120-150 kg K_2O /ha in Frage (siehe auch GEERING 1968, FORSCHUNGSANSTALTEN 1972).

Der Zeitpunkt sollte so gewählt werden, dass der Boden "aufnahmefähig", also weder durch Trockenheit noch durch Frost gekennzeichnet ist oder gar eine Schneedecke trägt. Dies dürfte am besten im Frühling oder im Sommer unmittelbar nach der Heuernte der Fall sein.

Von einer Stickstoffdüngung ist in jedem Fall abzuraten, da diese eine qualitativ ungünstige Bestandeszusammensetzung bewirkt, die Gräser einseitig fördert und keine nachhaltige Wirkung zeigt.

Die vorgeschlagene Düngung darf als *schonend und den Erfordernissen angepasst* bezeichnet werden. Wie z.B. aus den Untersuchungen von KOBLET et al. (1953) hervorgeht, ist dadurch höchstens eine Verschiebung im Artengefüge, meist zugunsten von Leguminosen, nicht aber eine Veränderung im Arteninventar zu erwarten. Gleichzeitig haben schon relativ geringe PK-Gaben eine grosse Langzeitwirkung. MARSCHALL (1964) hat auf Flächen (saure Magerrasen), deren letzte Düngung (P, K, Ca und Kombinationen) mehr als 20 Jahre zurücklag, noch ganz deutliche Nachwirkungen auf den Ertrag festgestellt. Von KOBLET et al. wird allerdings das Verschwinden von zwei Orchideen-Arten (*Gymnadenia conopsea*, *Leucorchis albida*) in den sauren Magerrasen festgestellt, was bereits auch LÜDI (1936) aufgrund seiner experimentellen Untersuchungen erwähnt. Infolge des seltenen Auftretens dieser Arten ist der Befund zwar nicht gesichert, jedoch zeigt das Beispiel, dass die Grenzen der Eingriffe nicht zu weit gesteckt werden dürfen.

Wo eine *Beweidung mit Schafen* aus betriebstechnischen Gründen unerlässlich scheint, müssen gewisse Richtlinien eingehalten werden, wenn die Vegeta-

tion und ihr Oekosystem nicht langfristig oder gar irreversibel geschädigt werden sollen:

- Eine bestimmte Fläche sollte nicht jedes Jahr beweidet werden, oder mindestens nicht jedes Jahr zum gleichen Zeitpunkt. Dadurch ist vor allem eine alljährliche frühe Bestossung zu umgehen.
- Steile, erosionsanfällige Hänge, vor allem an eher trockenen, flachgründigen Lagen mit über 60% Neigung sind gar nicht oder dann besonders vorsichtig zu beweiden (CHARLES 1977).
- Bestossungsdichte und Bestossungsdauer müssen aufeinander abgestimmt sein. Nur bei einem bestimmten Verhältnis dieser Grössen können die Auswirkungen des selektiven Frasses und der mechanischen Beanspruchung möglichst tief gehalten werden. Nach FEHSE (1974) sollten sich die Schafe nicht länger als etwa 1 Woche im gleichen Weideteil aufhalten. Die Grösse der Weideportionen muss sich nach der Anzahl Schafe und der Menge des stehenden Futters richten.

Zusammenfassung

Die *Vegetation der gemähten Magerrasen* am Gotschnagrat (Parsennmäher) bei Davos, welche eine zusammenhängende Fläche von rund 1.5 km² bilden, wurde im Hinblick auf eine vegetationskundlich-ökologische Beschreibung und die Bedeutung für Landwirtschaft und Naturschutz untersucht. 166 Vegetationsaufnahmen der Mäher (vorwiegend über Mischgesteinsmoräne) wurden nebst 28 Aufnahmen von Fettwiesen und 32 Aufnahmen von Magerweiden mit mathematischen Verfahren analysiert und von Hand tabellarisch ausgewertet und klassifiziert. Neben den in der Vegetationskunde üblichen Erhebungen von Standortdaten der Aufnahmeflächen wurde die Azidität des Oberbodens bestimmt. Zusätzlich wurden die chemischen Eigenschaften des Oberbodens von 59 Aufnahmeflächen, verteilt auf das ganze Spektrum der untersuchten Vegetation, im Labor analysiert. Für jede Aufnahmefläche wurde deren Bewirtschaftung seit 1968 aufgrund einer Befragung erhoben.

Die Klassifikation ergab folgende Gesellschaften und Ausbildungen:

- Gesellschaft I : Mäher natürlich nährstoffreicher Standorte (*Ligusticum mutellina*-*Festuca violacea*-Gesellschaft), Ausbildungen 1-4
- Gesellschaft II : Mäher basen- und nährstoffarmer Standorte (*Hypochoeris uniflora*-*Nardus stricta*-Gesellschaft), Ausbildungen 5-7
- Gesellschaft III: Mäher mittlerer Standorte (*Pulsatilla sulphurea*-*Helianthemum grandiflorum*-Gesellschaft), Ausbildungen 8-11
- Gesellschaft IV : Mäher basenreicher, nährstoffarmer Standorte (*Laserpitium latifolium*-*Globularia nudicaulis*-Gesellschaft), Ausbildungen 12-14

Gesellschaft V : Fettwiesen (*Polygono-Trisetion*), Ausbildungen 15-17
Gesellschaft VI : Magerweiden (*Nardion, Seslerietalia*), Ausbildungen 18-21

Die *Ordination* mittels Hauptkomponentenanalyse brachte deutlich den Charakter eines Kontinuums in der Vegetationsstruktur zum Vorschein. Einzig die Fettwiesen heben sich klar von der übrigen Vegetation ab. In der Vegetationsstruktur der Mähder ergaben sich hauptsächlich zwei Gradienten, welche ökologisch interpretiert werden können. Der *Gradient A*, der die Einheiten 5,6,7,8,9,10,12,13 und 14 umfasst, korreliert stark mit den *Basenverhältnissen* einschliesslich Azidität. Diese zeigen beträchtliche relative Unterschiede, welche für die Differenzierung des oligotrophen Bereichs der Vegetation von Bedeutung sind. Zur Interpretation des *Gradienten B* mit den Einheiten 1, 2, 3, 4, 8 und 9 dient ein Faktorenkomplex, der sich mit "natürliche Gewinnlage" umschreiben lässt und Komponenten wie Relief, Feuchte-, Basen- und Nährstoffzufuhr, Gründigkeit und Schneebedeckungsdauer enthält. Als weiterer vegetationsdifferenzierender Faktor muss die *thermische Begünstigung*, welche die Einheiten 6, 7 und 14 mitprägt, angesehen werden.

Die *systematische Zuordnung* der meisten Gesellschaften erwies sich als schwierig, da es sich bei ihnen aufgrund der ökologischen Verhältnisse nicht um "typische", durch Charakterarten gekennzeichnete Gesellschaften handelt. Die Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte (Einheiten 1-4) stehen dem *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931 und dem *Polygono-Trisetion* Br.-Bl. 1947 nahe. Die Mähder saurer, nährstoffarmer Standorte (Einheiten 5-7) und die azidophilen Weideeinheiten 18, 19 und 20 lassen sich dem *Nardio-Trifolion alpini* Preisg. 1949, bzw. dem *Eu-Nardion* Br.-Bl. 1926 zuordnen. Eine Mittelstellung zwischen dem *Eu-Nardion*, dem *Seslerion coeruleae* Br.-Bl. 1926 und dem *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931 nehmen die Mähder mittlerer Standorte (Einheiten 8-11) ein. Die Mähder basenreicher, nährstoffarmer Standorte (Einheiten 12-14) und die basiphile Einheit 21 stehen dem *Seslerion coeruleae* Br.-Bl. 1926 und dem *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931 nahe.

Der Einfluss unterschiedlicher *Bewirtschaftung* auf die Mähder macht sich vor allem in bezug auf Düngung und Schafbeweidung bemerkbar. Die *Düngung* zeigt nur in den Mähdern mittlerer Standorte (Gesellschaft III) einen Ansatz zu einer landwirtschaftlich sinnvollen Veränderung des Pflanzenbestandes. Dagegen bleibt eine Düngung der extremen Standorte (Gesellschaften II und IV) ohne sichtbare Wirkung. Die Auswirkungen der *Beweidung mit Schafen* an steilen Hängen sind durchwegs als negativ zu betrachten. Bodenabtrag, Verschlechterung der Bestände im Hinblick auf die Futterqualität und ästhetische Einförmigkeit der Vegetation wurden fast überall festgestellt. Aufgrund von *Brachlegung* sind nach 10-20 Jahren keine Unterschiede in der Artenzusammensetzung, wohl aber in den Dominanzverhältnissen und in der Physiognomie beobachtet worden.

Die Mähder zeichnen sich als interessantes Gebirgsökosystem und Landschaftselement, als Biotop für viele allgemein oder im Gebiet seltene und geschützte Pflanzenarten und als ästhetische Augenweide aus. Der Einsatz für ihre Erhaltung ist dadurch begründet. Im Hinblick auf eine angepasste Nutzung, die in einem gewissen Rahmen auch Düngung oder Schafweide beinhalten kann, werden einige Empfehlungen gegeben. Die traditionelle, düngerlose und in der Landwirtschaft verwurzelte Bewirtschaftung bleibt aber auch in Zukunft die für die Erhaltung der Mähder optimale Lösung.

Summary

The present study deals with the vegetation of regularly mowed grassland of localities poor in nutrients (Parsennmälder) in a subalpine zone near Davos (Grisons, Switzerland). Phytosociological and ecological aspects were studied and the significance of the vegetation for farming and nature conservation was also discussed. Altogether, 226 relevés (166 mowed and generally unfertilized meadows [Mälder] located on morains consisting of mixtures of various rocks; 28 mowed, fertilized grasslands; and 32 pastures poor in nutrients) were mathematically processed; subsequently data were arranged manually in a vegetation table and classified. In addition to traditionally recorded habitat data, the pH value of the topsoil was measured in all stands where relevés were taken; samples of the topsoil of 59 of them, covering the entire range of grassland types studied, were subjected to a complete chemical analysis. The management of each area was determined from 1968 onwards.

Based upon classification of relevés, the following vegetation units were distinguished:

- Group I : Meadows in locations naturally rich in nutrients (*Ligusticum mutellina*-*Festuca violacea* type), units 1,2,3,4
- Group II : Meadows on acidic soils, poor in nutrients (*Hypochoeris uniflora*-*Nardus stricta* type), units 5,6,7
- Group III: Meadows in locations of moderate conditions (*Pulsatilla sulphurea*-*Helianthemum grandiflorum* type), units 8,9,10,11
- Group IV : Meadows on alkaline soils, poor in nutrients (*Laserpitium latifolium*-*Globularia nudicaulis* type), units 12,13,14
- Group V : Fertilized grassland (*Polygono-Trisetion*), units 15,16,17
- Group VI : Pastures poor in nutrients (*Nardion*, *Seslerietalia*), units 18, 19,20,21

Ordination of the relevés using principal component analysis clearly shows the continuous character of the vegetation studied. An exception is the fertilized grassland, which turned out to be a group by itself. Two main floristic gradients characterize the unfertilized meadows (Mälder). They can be explained ecologically as follows: *Gradient A*, encompassing units 5,6,7,8,9,10,12,13,14, is distinctly correlated to the content of bases and soil acidity. The gradient is quite steep and of great significance for distinguishing different vegetation types within an oligotrophic range. *Gradient B*, encompassing units 1,2,3,4,8,9, can be explained by a combination of factors such as relief, supply of water, bases and nutrients, soil depth and duration of snow cover. This combination of factors is best described by the term "sink". In addition to the gradients mentioned above, units 6,7 and 14 are characterized by favourable temperature conditions.

It proved to be difficult to assign most of the units described to existing phytosociological units. This is due to the fact that the vegetation units distinguished in the present paper are not "typical" communities identified by character species. The meadows in locations naturally rich in nutrients (units 1-4) are close to the *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931 and the *Polygono-Trisetion* Br.-Bl. 1947. The meadows in acidic locations, poor in nutrients (units 5-7), as well as the acidophilous pas-

tures (units 18,19,20), could best be assigned to the *Nardo-Trifolion alpini* Preisg. 1949 and to the *Eu-Nardion* Br.-Bl. 1926, respectively. The meadows in locations of moderate conditions (units 8-11) fall between the *Eu-Nardion* Br.-Bl. 1926, the *Seslerion coerulea* Br.-Bl. 1926 and the *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931. Finally, the meadows and pastures on alkaline soils, poor in nutrients (units 12-14, 21), are considered to be closest to the *Seslerion coerulea* Br.-Bl. 1926 and the *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931.

Regarding the effect of different management treatments on mowed and generally unfertilized meadows (Mähder), application of fertilizers and grazing by sheep, in particular, resulted in marked changes in vegetation. As for *fertilizer applications*, only meadows in locations with moderate conditions proved to be responsive to them, but not those in locations with extreme conditions (groups II and IV) where no significant improvement was found. The effects of *grazing by sheep* must be considered as unfavourable on steep slopes as it leads to increased erosion, decreased fodder quality and a monotonous appearance of the stand. During the first 10 to 20 years following cessation of management, only changes in relative abundance of the species and in physiognomy of the stand occur whereas the floristic composition itself remains basically unchanged.

The meadows (Mähder) studied are an intriguing, aesthetically appealing element of the landscape and a habitat harbouring many rare and endangered species; it is definitely worthwhile to preserve them. Recommendations are given that would ensure adequate management of these meadows (including moderate application of fertilizers and grazing by sheep). It goes without saying, however, that the traditional utilization (i.e. mowing every second year without applying fertilizers) remains the optimal management to preserve these meadows for the future.

Résumé

La végétation des prairies maigres fauchées du Gotschnagrat (Parsennmähder) près de Davos, d'une surface continue d'environ 1.5 km², a été étudiée phytosociologiquement, écologiquement et dans l'optique de sa signification tant agricole que pour la protection de la nature. 166 relevés de végétation de prairies de fauche (avant tout sur moraine mélangée), 28 relevés de prairies grasses et 32 de pâturages maigres ont été analysés mathématiquement, interprétés à la main sous forme de tableaux, puis classifiés. En plus des données de station habituelles, l'acidité de l'horizon supérieur a été déterminée. En outre pour 59 des placettes réparties sur tout le spectre de la végétation étudiée, les caractéristiques chimiques de l'horizon supérieur du sol ont été analysées en laboratoire. L'exploitation de chaque surface de relevé a été reconstituée jusqu'à 1968, sur la base d'une enquête.

La classification a livré les groupements d'unités suivantes:

Groupement I : prairies de fauche de stations naturellement eutrophes
(association *Ligusticum mutellina-Festuca violacea*),
unités 1, 2, 3, 4

- Groupement II : prairies de fauche de stations pauvres et acidifiées (association *Hypochoeris uniflora-Nardus stricta*), unités 5, 6, 7
- Groupement III: prairies de fauche de stations moyennes (association *Pulsatilla sulphurea-Helianthemum grandiflorum*), unités 8, 9, 10, 11
- Groupement IV : prairies de fauche de stations basiques pauvres (association *Laserpitium latifolium-Globularia nudicaulis*), unités 12, 13, 14
- Groupement V : prairies grasses (*Polygono-Trisetion*), unités 15, 16, 17
- Groupement VI : pâturages maigres (*Nardion, Seslerietalia*), unités 18, 19, 20, 21

L'ordination par une analyse de composantes principales révèle clairement une structure de la végétation à caractère continu. Seules les prairies grasses se distinguent nettement du reste de la végétation. De la structure de la végétation des prairies de fauche ressortent principalement deux gradients susceptibles d'être interprétés écologiquement. Gradient A, suite des unités 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13 et 14, à corrélation étroite avec la teneur en bases et l'acidité. Les teneurs en bases varient considérablement et contribuent significativement à la différenciation du domaine oligotrophe de la végétation. Gradient B, suite des unités 1, 2, 3, 4, 8 et 9, peut être interprété par un complexe de facteurs qu'on pourrait résumer par "situation d'illuviation naturelle", défini entre autres par le relief, l'apport d'humidité, de bases et d'éléments nutritifs, l'épaisseur du sol et la durée d'enneigement. A cela il faut ajouter l'avantage thermique comme facteur de différenciation de la végétation. Il marque surtout les unités 6, 7 et 14.

L'attribution systématique de la plupart des groupements s'est avérée délicate car du fait de leurs conditions de station il ne s'agissait pas de groupements "typiques", définis par des espèces caractéristiques. Les prairies de fauche des stations naturellement eutrophes (unités 1-4) s'approchent du *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931 et du *Polygono-Trisetion* Br.-Bl. 1947. Les prairies de fauche des stations acides et pauvres (unités 5-7), de même que les pâturages acidophiles (unités 18-20), peuvent être attribués au *Nardio-Trifolion alpini* Preisg. 1949, soit au *Eu-Nardion* Br.-Bl. 1926. Quant aux prairies de fauche des stations moyennes (unités 8-11), elles prennent une position intermédiaire entre *Eu-Nardion, Seslerion coeruleae* Br.-Bl. 1926 et *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931. Les prairies de fauche des stations basiques pauvres (unités 12-14), et le pâturage basiphile de l'unité 21, s'apparentent au *Seslerion coeruleae* Br.-Bl. 1926 et au *Caricion ferrugineae* Br.-Bl. 1931.

Les différences de mode d'exploitation des prairies ne ressortent que par rapport à la fertilisation et au pâturage par les moutons. La fertilisation ne manifeste guère que dans les prairies de fauche des stations moyennes (groupement III) une amorce de changement dans la composition de la végétation, positif pour l'agriculture. Par contre la fertilisation des stations extrêmes (groupements II et IV) semble rester sans effets. Le pâturage des moutons sur les pentes raides est toujours problématique: érosion du sol, dégradation de la végétation quant à la qualité fourragère, et uniformisation physionomique en sont les conséquences observées presque partout. La mise en friche pendant 10 à 20 ans n'a pas influencé la com-

position des espèces, par contre des modifications ont été observées dans les rapports de dominance et dans la physiognomie.

Les prairies de fauche constituent un écosystème de haute montagne et un élément paysager intéressants, étant refuge de plantes généralement ou régionalement rares et protégées, d'une beauté remarquable; cela justifie leur sauvegarde. Quelques conseils sont proposés dans le sens d'une exploitation appropriée, pouvant comprendre dans une certaine mesure aussi la fertilisation et le pâturage des moutons. L'exploitation traditionnelle sans engrais, enracinée dans l'agriculture, reste néanmoins la solution optimale pour le maintien des prairies de fauche à l'avenir.

Literatur

- AUGIER J., 1966: Flore des bryophytes. Paris. 702 S.
- BACH R., 1950: Die Böden des Schweizerischen Nationalparks. Verh.d.Schweiz. Natf.Ges. 78-86.
- BAHRENBURG G. und GIESE E., 1975: Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie. Studienbücher der Geographie, Stuttgart. 308 S.
- BEGUIN C., 1972: Contribution à l'étude phytosociologique et écologique du Haut-Jura. Beitr.z.geobot.Landesaufn.d.Schweiz 54, 190 S.
- BISCHOF N., 1981: Gemähte Magerrasen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. Bauhinia 7/2, 81-128.
- BRAUN-BLANQUET J., 1948-1949: Uebersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. Vegetatio 1, 29-41, 129-146, 285-316; 2, 20-37, 214-237, 341-360.
- 1964: Pflanzensoziologie. (3. Aufl.). Springer, Wien. 865 S.
 - 1969: Die Pflanzengesellschaften der Rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung. Teil I. Bischofsberger & Co., Chur. 100 S.
 - und JENNY H., 1926: Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Neue Denkschr.Schweiz.Natf. Ges. 53/2, 183-349.
 - PALLMANN H. und BACH R., 1954: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweiz. Nationalpark und seinen Nachbargebieten. II. Ergebn.Wiss.Unters.Schweiz.Nat.park 4, 200 S.
- BROCKMANN-JEROSCH H., 1907: Die Flora des Puschlav (Bezirk Bernina, Kanton Graubünden) und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig. 438 S.
- BUCHWALD K. und ENGELHARDT W., 1968: Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz. I. Grundlagen. BLV Verlagsanstalt, München. 245 S.
- CADISCH J., 1921: Geologie der Weissfluhgruppe zwischen Klosters und Langwies (Graubünden). Beitr.z.Geol.Karte d. Schweiz. (NF) Bern, 91 S.
- 1953: Geologie der Schweizer Alpen. (2. Aufl.). Wepf & Co., Basel. 480 S.
 - und LEUPOLD W., 1916-1927: Geologische Karte von Mittelbünden, 1:25'000. Blatt B: Davos. Mit Beiträgen von Friedrich Frei und Albert Streckeisen.
- CAFLISCH P., 1974: Einfluss von Serpentin auf Vegetation und Boden in der subalpinen Stufe bei Davos. Diplomarbeit am Geobotanischen Institut ETH (Manuskript). 100 S.

- CAIN S., 1938: The species-area curve. *American Midland Naturalist* 19/3, 573-583.
- CHARLES J.P., 1977: Moutons et pâturages. *Arbeiten Gebiet Futtererb.* 21, 34-41.
- DANNEBERG O.H., JENISCH H.S. und RICHTER E., 1980: Der Humusgehalt eines alpinen Pseudogleys unter *Curvuletum*. *Veröff.d.Oesterr.MaB-Hochgeb.Progr.* Hohe Tauern, Innsbruck, 3, 109-129.
- DIERSCHKE H., 1979: Grünland-Gesellschaften im oberen Paznauer Tal (Tirol, Oesterreich). *Phytocoenologia* 6, 287-302.
- DIETL W., 1972: Die Vegetationskartierung als Grundlage für die Planung einer umfassenden Alpverbesserung im Raume Glaubenbüelen (Obwalden). *Alpwirtsch.u.Landschaftspflege im Gebiet Glaubenbüelen, Obwalden.* 6-153.
- 1973: Natürliche Grundlagen der futterbaulichen Nutzungsplanung im Berggebiet. *Mitt.AGFF* 82, 747-767.
 - 1982: Schafweiden im Alpsteingebiet (Ostschweizer Kalkalpen). *Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel*, 49, 108-117.
- ELLENBERG H., 1956: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: WALTER H. (Hrsg), *Einführung in die Phytologie.* IV/1. 136 S.
- 1958: Bodenreaktion (einschliesslich Kalkfrage). In: *Handbuch der Pflanzenphysiologie.* Springer, Berlin. IV. 637-708.
 - 1978: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.* Ulmer, Stuttgart. 981 S.
- FAP, 1975-1977: *Bodenuntersuchungsmethoden der Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz (Zürich).*
- FEHSE R., 1974: Gedanken zum Einsatz des Schafes und der Ziege in der Landschaftspflege im Berggebiet. *Schweiz.Landw.Monatshefte* 52, 337-349.
- FLÜTSCH E., 1976: *St. Anthönien - Kulturlandschaftliche Aspekte einer Walsergemeinde.* Diss. Univ. Zürich. 205 S.
- FORSCHUNGSANSTALTEN, 1972: *Düngungsrichtlinien für den Acker- und Futterbau.* (Eidg.landw.Forschungsanstalten Liebefeld-Bern, Zürich-Reckenholz und Changins). *Mitt.Schweiz.Landw.* 20, 33-49.
- FRANKENBERG P., 1982: *Vegetation und Raum.* UTB. 245 S.
- FREI E., 1944: *Morphologische, chemische und kolloidchemische Untersuchung subalpiner Weide- und Waldböden der Rendzina- und der Podsolserie.* *Ber.Schweiz.Bot.Ges.* 54, 269-346.
- GEERING J., 1968: *Ueber die Ausnutzung und die Wirtschaftlichkeit von Handelsdüngern im Naturfutterbau.* *Schweiz.landw.Forschung* 7, 3/4, 266 S.
- GEES R.A., 1954: *Geologie von Klosters.* Diss. Univ. Bern. 240 S.
- GENSAC P., 1979: *Les pelouses supraforestières du massif de la Vanoise. Contribution à l'inventaire et à l'étude écologique des groupements végétaux du Parc National de la Vanoise.* *Cahiers du Parc National de la Vanoise, Chambéry (France).* 111-243.
- GIGON A., 1971: *Vergleich alpiner Rasen auf Silikat- und auf Karbonatboden.* *Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel*, 48, 163 S.
- 1983: Welches ist der wichtigste Standortsfaktor für Unterschiede zwischen benachbarten Pflanzengesellschaften? *Untersuchungen an alpinen Rasen auf Silikat, Karbonat und Serpentin.* *Verh.Ges.f.Oekologie* 11 (Festschrift Ellenberg), 12 S.
 - (im Druck): *Typologie und Erfassung der ökologischen Stabilität und Instabilität, mit Beispielen aus Gebirgsökosystemen.* *Verh. Ges.f.Oekologie* 12, ca. 25 S.

- GREIG-SMITH P., 1964: Quantitative plant ecology. (2. Aufl.). Butterworths, Washington. 256 S.
- HARTMANN H., 1971: Die azidophilen Pflanzengesellschaften in der alpinen Stufe des westlichen Rätikons und der Schesaplanagruppe. Separatdruck aus Jahresber.d.Natf.Ges.Graubündens, XCIV, 81 S.
- HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-1980: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. (2. Aufl.). Birkhäuser, Basel. 3 Bde. 2690 S.
- HOFMANN G., 1969: Neue Wege der Vegetationsforschung. Arch.Forstwes. 18/11, 1225-1242.
- JENNY H., 1941: Factors of soil formation. New York/London. 281 S.
- KAULE G., 1978: Artenschutz durch Biotopschutz. Jahrb.d.Vereins z. Schutz d.Bergwelt e.V., München, 43, 29-37.
- KINZEL H., 1982: Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. Ulmer, Stuttgart. 534 S.
- KLAPP E., 1971: Wiesen und Weiden. Eine Grünlandlehre. Berlin. 620 S.
- KLÖTZLI F., 1970: Landschafts- und Naturschutzgebiete und ihr Unterhalt. Vorgehen bei der Ermittlung und Abgrenzung schutzwürdiger Gebiete. (Manuskript). 2 S.
- 1972: Grundsätzliches zur Systematik von Pflanzengesellschaften. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, 41, 35-47.
- KOBLET R., FREI E. und MARSCHALL F., 1953: Untersuchungen über die Wirkung der Düngung auf Boden und Pflanzenbestand der Alpweiden. Landw. Jhrb.d.Schweiz 67, 597-658.
- KRÜSI H.W., 1978: Ueber die Auswirkungen veränderter Bewirtschaftung auf die Mähder im Raume Davos. Semesterarbeit am Geobot.Inst.ETH. (Manuskript). 36 S.
- KUBIENA W.L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart. 392 S.
- KUOCH R. und AMIET R., 1970: Die Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen. Mitt. EAFV 46/4, 159-328.
- LANDOLT E., 1970: Geschützte Pflanzen in der Schweiz. SBN, Basel. 215 S.
- 1974: Rolle einzelner Landschaftselemente für den Landschaftshaushalt. Landschaftsschutz u. Umweltpflege, Frauenfeld. 40-53.
- 1977a: Oekologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, 64, 208 S.
- 1977b: Beziehungen zwischen Vegetation und Umwelt in den Alpen. Natur und Mensch im Alpenraum, Graz. 27-44.
- FUCHS H.P., HEITZ Ch. und SUTTER R., 1982: Bericht über die gefährdeten und seltenen Gefäßpflanzenarten der Schweiz ("Rote Liste"). Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, 49, 195-218.
- LÖTSCHERT W., 1959: Kalkpflanzen auf saurem Untergrund. Ein Beitrag zur Frage der relativen Standortskonstanz. Flora od.allg.bot.Zeitung, 417-428
- LÜDI W., 1921: Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentals und ihre Sukzessionen. Beitr.z.geobot.Landsaufn. 9, 302 S.
- 1936: Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation. Ber.Schweiz.Bot.Ges. 46, 632-681.
- MARSCHALL F., 1947: Die Goldhaferwiese (*Trisetetum flavescens*) der Schweiz. Beitr.z.geobot.Landsaufn. 26, 168 S.
- 1964: Weitere Untersuchungsergebnisse über die Alpweide-Düngungsversuche auf den Churer Alpen bei Arosa. Schweiz.Landw.Forschung 3, 93.
- und DIETL W., 1974: Beiträge zur Kenntnis der Borstgrasrasen der

- Schweiz. Schweiz.Landw.Forschung 13, 1/2, 115-127.
- MÜLLER-DOMBOIS D. und ELLENBERG H., 1974: Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York/London/Sydney/Toronto. 547 S.
- NIGGLI P., DE QUERVAIN F. und WINTERHALDER R.U., 1930: Chemismus Schweizerischer Gesteine. Beitr.Geol.Schweiz,Geotech. Ser. 14, 389 S.
- ORLOCI L., 1978: Multivariate analysis in vegetation research. (2. Aufl.). Den Haag. 451 S.
- PETERS T., 1963: Mineralogie und Petrographie des Totalpsersperitins bei Davos. Schweiz.Mineral.Petrograph.Mitt. 43/2, 531-685.
- REHDER H., 1970: Zur Oekologie insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet Schachen (Wettersteingebirge). Dissertationes Botanicae, 6, 90 S.
- RICHARD F., 1945: Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweiss-Test-schnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften. Mitt.d. Schweiz.Anstalt f.d.forstl.Vers'wes. 24/1, 295-397.
- RÜBEL E., 1922: Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Leipzig. 615 S.
- SAB, 1982: 39. Jahresbericht der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für die Bergbevölkerung. 112, 130 S.
- SCHEFFER F., SCHACHTSCHABEL P. et al., 1982: Lehrbuch der Bodenkunde. (11. neubearb. Aufl.). Enke, Stuttgart. 442 S.
- SCHIBLER W., 1937: Flora von Davos. Beilage Jb.Natf.Ges.Graubünden, Chur, 74, 216 S.
- SCHRÖTER C., 1895: Das St. Anthönertal im Prättigau in seinen wirtschaftlichen und pflanzengeographischen Verhältnissen. Art.Inst.Orell Füssli, Zürich. 272 S.
- 1926: Das Pflanzenleben der Alpen. Eine Schilderung der Hochgebirgsflora. Raustein, Zürich. 1288 S.
- SENN U., 1952: Die Alpwirtschaft der Landschaft Davos. Diss. Univ. Zürich. 265-350.
- SPÄTH H., 1977: Cluster - Analyse - Algorithmen. (2. Aufl.) Oldenburg, München, Wien. 217 S.
- STÄHLIN A., 1958: Ueber die Bedeutung der Kräuter auf dem Grünland. Wiss. Z.d.Friedrich-Schiller Univ., Jena, 7/1, 83-86.
- 1966: Ueber den Futterwert wichtiger Naturwiesenpflanzen. Mitt. d.AGFF 68, 1-11.
- 1971: Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. DLG-Verlag, Frankfurt. 152 S.
- STEBLER F.G. und SCHRÖTER C., 1893: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. X. Versuch einer Uebersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Landw. Jahrb.d.Schweiz, VI, 95-212.
- STICHER H., 1978: Methoden der Bodenanalyse. Inst.f.Lebensmittelwissenschaften ETH, Zürich (unveröff.).
- SCHMIDT H.W.H und GEISSMANN T., 1971: Agrikulturchemisches Praktikum für Landwirte und Förster. (2. Auflage). Verlag d. Fachvereine ETHZ. 81 S.
- SURBER E., AMIET R. und KOBERT H., 1973: Das Brachlandproblem in der Schweiz. Ber.Nr. 112 der EAFV, Birmensdorf. 138 S.
- THIMM I., 1953: Die Vegetation des Sonnwendgebirges (Rofan) in Tirol (subalpine und alpine Stufe). Mit Vegetationskarte 1:10'000. Ber.d. Natw.-Med.Vereins Innsbruck, 5-166.
- UEBERLA K., 1971: Faktorenanalyse. Springer, Berlin. 400 S.

- VAN DER MAAREL E., 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39/2, 97-144.
- ORLOCI L. und PIGNATTI S. (Hrsg.), 1980: Data processing in phytosociology. *Adv.Veget.Sci.*, Junk, Den Haag/Boston/London. 226 S.
- VETTERLI L., 1982: Alpine Rasengesellschaften auf Silikatgestein bei Davos, mit farbiger Vegetationskarte 1:2'500. *Veröff.Geobot.Inst.ETH*, Stiftung Rübel, 76, 93 S.
- WAGNER H., 1965: Die Pflanzendecke der Komperdellalm in Tirol. *Documents pour la carte de la végétation des Alpes*, Grenoble. 7-56.
- WALSER D., 1974: Bauern und Touristen in der Landschaft Davos. Diplomarbeit am Lehrstuhl f. Geschichte u. Soziologie der Land- und Fortwirtschaft (Prof. Hauser). (Manuskript). 114 S.
- WALTER H., 1973: Allgemeine Botanik. UTB, 256 S.
- und LIETH H., 1960-1967: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.
- und WALTER E., 1953: Einige allgemeine Ergebnisse unserer Forschungsreise nach Südwestafrika 1952/53: Das Gesetz der relativen Standortskonstanz; das Wesen der Pflanzengemeinschaften. *Ber.Dtsch.Bot.Ges.* 56, 227-235.
- WILDI O., 1977: Beschreibung exzentrischer Hochmoore mit Hilfe quantitativer Methoden. *Veröff.Geobot.Inst.ETH*, Stiftung Rübel, 60, 128 S.
- 1979: GRID - A space density analysis for recognition of nodes in vegetation samples. *Vegetation* 41/2, 95-100.
- und ORLOCI L., 1980: Management and multivariate analysis of vegetation data. *Ber. EAFV*, Nr. 215. 68 S.
- WILMANN O., 1978: Oekologische Pflanzensoziologie. (2. erweiterte Aufl.). UTB, Heidelberg. 351 S.
- WIRTH V., 1980: Flechtenflora. UTB, 552 S.
- WITSCHEL M., 1979: Entwicklung eines Modells zur Bestimmung des Naturschutzwertes schutzwürdiger Gebiete, durchgeführt am Beispiel der Xerothermvegetation Südbadens. *Landschaft u. Stadt* 11/4, 147-173.
- ZOLLER H. und BISCHOF N., 1980: Stufen der Kulturintensität und ihr Einfluss auf Artenzahl und Artengefüge der Vegetation. *Phytocoenologia* 7, 35-51.

Adresse des Autors: Georg Zumbühl, dipl.Ing.agr.ETH
 Geobotanisches Institut ETH
 Stiftung Rübel
 Zürichbergstrasse 44
 CH-8044 Zürich

Zur Nomenklatur der Pflanzenarten sowie zu den Artnächtigkeiten s. Kap. 3.1.1.
zu den Vegetationseinheiten s. Kap. 4.1.1.3 und 4.2;
zu den Artengruppen s. Kap. 4.1.1.4

Gruppierung der Vegetationseinheiten:

- I Mähder natürlich nährstoffreicher Standorte
- II Mähder saurer, nährstoffarmer Standorte
- III Mähder mittlerer Standorte
- IV Mähder basenreicher, nährstoffarmer Standort
- V Fettwiesen
- VI Magerrasen

Zur Nomenklatur der Pflanzenarten sowie zu den Artnächtigkeiten s. Kap. 3.1.1;
zu den Vegetationseinheiten s. Kap. 4.1.1.3 und 4.2

Beilage III: STETIGKEITSTABELLE

VEGETATIONSEINHEIT	V	I	II	III	IV	VI
	1 1 1 5 6 7	1 2 3 4	5 6 7	8 9 0 1	1 1 1 2 3 4	1 1 2 8 9 0 1
POLYGONUM BISTORTA PEUCEDANUM OSTROUTHIUM POA TRIVIALIS ALCHEMILLA CRINITA MYOSOTIS SILVATICA CHAEKOPHYLLUM CUCUTARIA RUMEX ALPINUS POA SUPINA VICIA SAPIUM ACHILLEA MILLEFOLIUM CHAEKOPHYLLUM VILLARSII SILENE DIOICA RANUNCULUS ACER DACTYLIS GLOMERATA CARUM CARI VIOLA TRICOLOR HERACLEUM SPONDYLIIUM CREPIS BLATTARIOIDES RHINANTHUS ALECTOROLOPHUS COLCHICUM AUTONNALE PLANTAGO LANCEOLATA SILENE NUTANS TRAGOPOGON ORIENTALIS	A1 A2 A3 A4					
TARAXACUM OFFICINALE PHYTEUMA OVATUM TRIFOLIUM REPENS VERONICA CHAMAEDRYD RUMEX ARIFOLIUS TRISTRUM FLAVESCENS PHLEUM ALPINUM RANUNCULUS SILVATICUS RANUNCULUS NEMOROSUS KNAUTIA SILVATICA SILENE VULGARIS POA CHAIXII ALCHEMILLA MONTICULA TRIFOLIUM BADIUM MYOSOTIS ALPESTRIS	B1 B2 B3					
SAGINA LINNAEI PRIMULA ELATIOR LEONTODON HISPIDUS CREPIS AUREA LIGUSTICUM MUTELLINA POA ALPINA LULULA SIEBERI CERASTIUM FONTANUM PEDICULARIS FOLIOSA	C					
HOMOZYNE ALPINA BARTSIA ALPINA GEUM MONTANUM CAMPANULA BARBATA PLANTAGO ALPINA SELAGINELLA SELAGINOIDES LULULA MULTIFLORA FUSCITILLA SULPHEURA VACCINIUM MYRTILLUS HYPOCHOERIS UNIFLORA HELIOTROPICUM VERSICOLOR ARNICA MONTANA VACCINIUM GAULTHERIOIDES LEONTODON HELVETICUS NARDUS STRICTA VIOLA CALCARATA NIGRITELLA NIGRA EUPHRASIA MONTANA SOLIDAGO ALPINA PHYTEUMA BETONICIFOLIUM COELOGLOSSUM VIRIDE LYCOPodium ALPINUM	D1 D2 D3 D4					
EUPHRASIA MINIMA TRIFOLIUM ALPINUM LEUCORCHIS ALBIDA CREPIS CONVULFOLIA LULULA NEMOROSA PEDICULARIS TUBEROSA LASERPITUM HALLERI VACCINIUM VITIS-IDAEA HIERACIUM PLOSELLA BOTRYCHUM LUNARIA FUSCITILLA VERNALIS CALLUNA VULGARIS	E1 E2 E3					
VERONICA BELLIDIOIDES VERONICA ALPINA AGROSTIS RUPESTRIS GENTIANA PUNCTATA HIERACIUM ALPINUM GRAPHOLITHUM NORVEGICUM RANUNCULUS PYRENAEUS LULULA SPICATA SOLDANELLA FUSILLA PHYTEUMA REMISPHERICUM CHRYSANTHEMUM ALPINUM HIERACIUM GANDULIFERUM HIERACIUM GLACIALIS	F					
RANUNCULUS MONTANUS ANTHROXANTHUM ALPINUM CROCUS ALBIFLOUS POTENTILLA RUBRA POTENTILLA AUREA CAMPANULA SCHEUCHZERI TRIFOLIUM PRATENSE SOLDANELLA ALPINA FESTUCA VIOLACEA LOTUS ALPINUS GENTIANA KOCHIANA CAREX SEMPERVIRENS HIERACIUM HOPEANUM RHINANTHUS ANGUSTIFOLIUS THESCIUM ALPINUM GENTIANA CAMPESTRIS	G1 G2 G3 G4					
ANEMONE NARCISSIFLORA TROLLIUS EUROPAEUS CREPIS FONTANA PLANTAGO ATRATA BELLIDIASTRUM MICHELII PHLEUM HISPIDUM PIMPINELLA MAJOR DIANTHUS SUPERBUS	H					
CHRYSANTHEMUM ADUSTUM HELIOTROPICUM PUBESCENS AGROSTIS TENUI CENTAUREA ALPESTRIS SALICIA ALPINA SALICIA ANTHOPHYLLUM PHYTEUMA ORBICULARE CARLINA SIMPLEX POTENTILLA ERECTA GYMNAEDERIA CONOPEA CAREX ORNITHOPODA POLYGALA ALPESTRIS SCABIOSA LUCIDA ANTHYLLIS ALPESTRIS HELIANTHEMUM GRANDIFLORUM BRIZA MEDIA POLYGONUM VIVIPARUM POLYGALA CHAMAEBUXUS ERICA CARNEA HIPPOCREPIS COMOSA CAREX FONTANA HYMUS POLYTRICHUS ANTENNARIA DIOICA RISCUITELLA LEVIGATA PRIMULA FARINOSA ALCHEMILLA FLABELLATA	I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7					
SESLERIA COERULEA GLOBULARIA NUDICAULIS LINUM CATARTICUM GENTIANA VERNALIS CAMPANULA TRISTRUM POTENTILLA GRANDIFLORA CARDUS DEFLORATUS DAPHNE STRIATA GYMNAEDERIA ODORATISSIMA LEONTODON INCANUS ALCHEMILLA HYBRIDA ORCHIS USULATA CAREX ERICETORUM HIERACIUM BIFIDUM EUPHRASIA ROSTKOVIANA CISTIDIUM ACULE PLANTAGO MEDIA PRIMELLA VULGARIS THESCIUM PYRENAEUM MOLINIA COERULEA CAREX FERRUGINEA SALIX RETUSA PARNASSIA PALUSTRIS PLATANHERA BIFOLIA TOPFIELDIA CALYCOLATA ORCHIS GLOBOEA	K1 K2 K3 K4 K5					

Zur Nomenklatur der Pflanzenarten s. Kap. 3.1.1;
zu den Vegetationseinheiten s. Kap. 4.1.1.3 und 4.2;
zu den Artengruppen s. Kap. 4.1.1.4

Stetigkeitsklassen:

1: 4-20%
2: 21-40%
3: 41-60%
4: 61-80%
5: 81-100%