Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 76 (1982)

Artikel: Alpine Rasengesellschaften auf Silikatgestein bei Davos : mit farbiger Vegetationskarte 1:2500 = Alpine grassland communities upon silicate substrate near Davos : with a coloured vegetation map 1:2500

Autor: Vetterli, Luca

Kapitel: 4: Vegetations- und standortskundliche Ergebnisse

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308682

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: 14.07.2025

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

3.1.5). Die Nomenklatur der Kryptogamen wurde unverändert übernommen. Dies bedeutet, dass vereinzelte Moose und Flechten in den eigenen Daten und in den Literaturdaten unter verschiedenen Bezeichnungen erscheinen.

4. Vegetations- und standortskundliche Ergebnisse

Es wurden insgesamt 13 Vegetationseinheiten ausgeschieden und mit 172 eigenen Vegetationsaufnahmen belegt. Weitere 33 Vegetationsaufnahmen wurden entweder als Uebergang zwischen zwei oder drei Einheiten aufgefasst oder als innerhalb der ausgeschiedenen Einheiten nicht vertretene Einzelbestände gewertet. Diese konnten trotz deutlicher Differenzierung wegen der zu geringen Anzahl Belegaufnahmen nicht zu eigenen Vegetationseinheiten aufgewertet werden. Ihre verhältnismässig hohe Anzahl ist durch die Methode der Flächenwahl bedingt (s. Kap. 3.1.1).

Die 13 Vegetationseinheiten sind rein lokal gültig und liegen im Bereich des *Caricion curvulae* Br.-Bl. 1925, des *Salicion herbaceae* Br.-Bl. 1926, des *Festuco violaceae - Trifolietum thalii* Br.-Bl. 1926, des *Elynetum* Br.-Bl. 1913 und des *Eriophoretum scheuchzeri* Rüb. 1912. Unscharfe Uebergänge zwischen den unterschiedenen Einheiten bilden die Regel, scharfe Grenzen die ausgesprochene Ausnahme. Aus diesem Grund ist eine Zuteilung der unterschiedenen Einheiten zu den voneinander meist scharf getrennten Assoziationen aus der Literatur oft schwierig.

Auf eine lateinische Namensgebung der eigenen Einheiten sowie auf den Vorschlag einer Neufassung der alpinen Pflanzengesellschaften wurde in Anbetracht der geringen Ausdehnung des Untersuchungsgebiets verzichtet (s. Kap. 2). Dadurch soll vermieden werden, lokal gültige Assoziationen zu verallgemeinern (s. dazu ELLENBERG 1978, S. 109). Eine weitergehende Aufgliederung der Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe könnte aber, vor allem angesichts der grossen Lücke zwischen dem *Caricetum curvulae* und dem *Salicetum herbaceae* (nach BRAUN-BLANQUET 1969, 1975 bzw. OBERDORFER 1977, 1978), durchaus sinnvoll sein. Dazu sind aber noch weitere Belegaufnahmen aus einem grösseren Gebiet erforderlich.

Eine pflanzensoziologische Namensgebung der einzelnen Vegetationseinheiten erwies sich auch deshalb als problematisch, weil die meisten Einheiten keine eigenen Pflanzenarten aufweisen. Aus diesem Grund wurde eine standörtliche Benennung vorgenommen. Sie vermag allerdings nicht ganz zu befriedigen, da sie auf der Interpretation der ökologischen Ansprüche der Vegetation basiert und weniger auf der Messung von Standortsfaktoren. Dieser Benennung wurde soweit möglich eine solche mit Pflanzennamen beigefügt.

Die aufgenommene Vegetation wurde in vier Tabellen dargestellt. Die Tabelle der Gesamtvegetation umfasst alle Vegetationsaufnahmen und dient der allgemeinen Uebersicht (s. Beilage 2). Die drei Teiltabellen enthalten die Vegetationsaufnahmen, die sich entlang einem einfachen Gradienten ordnen lassen (s. Abb. 2-4). Sie bilden die Grundlage zur Herstellung der Kartierungsschlüssel und erleichtern infolge ihres einfachen Aufbaus die pflanzensoziologische Charakterisierung der Vegetationseinheiten sowie die Beurteilung der möglichen Uebergänge zwischen den verschiedenen Einheiten.

Auf die Ausscheidung von Artengruppen aufgrund der Tabelle der Gesamtvegetation wurde verzichtet, weil diese sehr zahlreich gewesen wären und daher die Uebersicht kaum erleichtert hätten. Bei der Breite des ökologischen Spektrums der untersuchten Vegetation weisen jeweils nur wenige Arten eine ähnliche Verbreitung auf.

4.1. *Charakterisierung der Vegetationseinheiten*

Im folgenden werden die einzelnen Vegetationseinheiten sowie die Schwergewichte ihrer standörtlichen Verbreitung charakterisiert. Auf eine Beschreibung der typischen Artenkombinationen wird verzichtet, da diese aus der Tabelle der Gesamtvegetation und aus den Kartierungsschlüsseln ersichtlich sind (s. Beilagen 6-8). Bei der Handhabe der Kartierungsschlüssel ist zu beachten, dass sich die Bezeichnung der Artengruppen ausschliesslich auf die Verbreitung der Arten im Bereich der einzelnen Kartierungsschlüssel und nicht auf ihre Gesamtverbreitung bezieht. Weiter zu beachten ist, dass die Kryptogamenarten nur unter Vorbehalt zur soziologischen Charakterisierung der Vegetationseinheiten herangezogen werden

dürfen, da ihre Auflistung unvollständig ist (s. Kap. 3.1.5).

Die Standorte der beschriebenen Vegetationseinheiten sind, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, basenarm.

Für jede Einheit wird ihr Bezug zu den beschriebenen Assoziationen erläutert. Er wurde unter Berücksichtigung aller Arten vorwiegend durch tabellarischen Vergleich ermittelt (s. Kap. 6.1 und Beilagen 2-4). Charakterarten allein hätten zur Zuteilung der untersuchten Vegetation zu Assoziationen aus der Literatur aus folgenden Gründen nicht ausgereicht:

- Viele Assoziationscharakterarten nach BRAUN-BLANQUET (1948-1949, 1969, 1975) sind selten und erreichen selbst in den Assoziationen, die sie charakterisieren, keine hohen Stetigkeiten (z.B. *Minuartia recurva* und *Potentilla frigida* im *Caricetum curvulae* nach BRAUN-BLANQUET 1969, S. 26), andere wie *Carex curvula*, *Senecio carniolicus*, *Salix herbacea* und *Nardus stricta* , v.a. also Arten die den einzelnen Assoziationen ihre Namen verleihen, weisen im untersuchten Gebiet eine grosse Verbreitungsamplitude auf und kommen deshalb selbst an den homogensten Standorten häufig gemischt vor. Dies gilt auch in bezug auf die Assoziationscharakterarten von OBERDORFER (1977, 1978).

- Für mehrere Charakterarten nach BRAUN-BLANQUET (1948-1949, 1969) liegt das untersuchte Gebiet ausserhalb ihres pflanzengeographischen Verbreitungsareals.

- Eine Bestimmung des *Festucetum halleri* aufgrund der Charakterarten allein ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich, weil sechs *Hieracium*-Taxa, die bei BRAUN-BLANQUET (1969) als Assoziationscharakterarten gelten, nicht ausgeschieden wurden.

- Die soziologisch nahestehenden *Festucetum halleri* und *Nardetum alpigenum caricetosum sempervirentis* (nach BRAUN-BLANQUET 1969, S. 37 bzw. 61) sind zwar durchwegs trennbar, aber wie eine mit den Aufnahmen dieser beiden Assoziationen vorgenommene Korrespondenzanalyse zeigt, nur undeutlich aufgrund der Assoziations- und Verbandscharakterarten allein. (Die am deutlichsten differenzierenden Arten wurden von BRAUN-BLANQUET 1969 vor allem unter den "Begleitern" aufgeführt).

Bei der Angabe der Assoziationen aus der Literatur sind die Autorennamen in Anlehnung an OBERDORFER (1977, 1978) abgekürzt.

4.1.1. *Basenarme Standorte entlang einem Feuchtegradienten (Einheiten 1-8)*

Die acht Einheiten, die im folgenden beschrieben werden, liegen entlang einem Feuchte- bzw. Schneebedeckungsdauer-Gradienten und vereinigen 3/5 sämtlicher Vegetationsaufnahmen (s. Abb. 2). Sie bilden das Grundgerüst des Kartierungsschlüssels 1 (s. Beilage 6), welcher mit den Einheiten 13 (Uebergang zum dritten) und 8 (Uebergang zum zweiten Kartierungsschlüssel) ergänzt wurde.

EINHEIT 1 : Sümpfe und Quellmoore (*Eriophorum-Carex fusca*-Gesellschaft)

Standort : Ebene bis schwach geneigte Böden, die bis fast an die Oberfläche durch oberflächliches, neutral bis schwach saures Zufuhrwasser ständig vernässt sind. Aperzeit uneinheitlich, aber im allgemeinen 3½-5 Monate.

Verbreitung : Nur an einzelnen, stets kleinflächigen Stellen. Im kartierten Raum nirgends typisch abgebildet.

Uebergänge : Selten in Zusammenhang mit einer zeitweiligen (statt dauerhaften) Vernässung zu Einheit 3 oder 4.

Literatur : Diese Einheit ist eine verhältnismässig artenreiche Ausbildung des *Eriophoretum scheuchzeri* Rüb. 1912 (aus BRAUN-BLANQUET 1971, S. 22 und OBERDORFER 1977, S. 234).

Bemerkungen : Sümpfe und Quellmoore bilden die einzige von allen übrigen scharf abgegrenzte Einheit. Ihre Standorte sind innerhalb des untersuchten Gebiets durch den Viehtritt und in einem Einzelfall durch die Erstellung eines Skilifts stark belastet oder bereits zerstört worden.

***

EINHEIT 2 : Moos-Schneetälchen (*Polytrichum sexangulare*-Gesellschaft)

Standort : Ebene bis schwach geneigte, windgeschützte Lagen mit Wasserzufluss aus der Umgebung und dementsprechend Einschwemmung von Ionen und teilweise sogar Feinerde.
Wegen der geringen Einstrahlung sowie der Ansammlung grosser Schneemengen infolge Verwehung oder Lawinen extrem späte Ausaperung und extrem kurze Aperzeit (2 Monate oder weniger).

Verbreitung : An wenigen meist kleinflächigen Stellen.

Uebergänge : Gelegentlich bei abnehmender Dauer der Schneebedeckung zu Einheit 3.

Literatur : Diese Einheit stimmt mit dem *Polytrichetum sexangularis* Br.-Bl. 1926 nach BRAUN-BLANQUET (1975, S. 51) gut überein. Bei OBERDORFER (1977) entspricht sie der gleichen, jedoch nur durch eine Aufnahme belegten Assoziation.

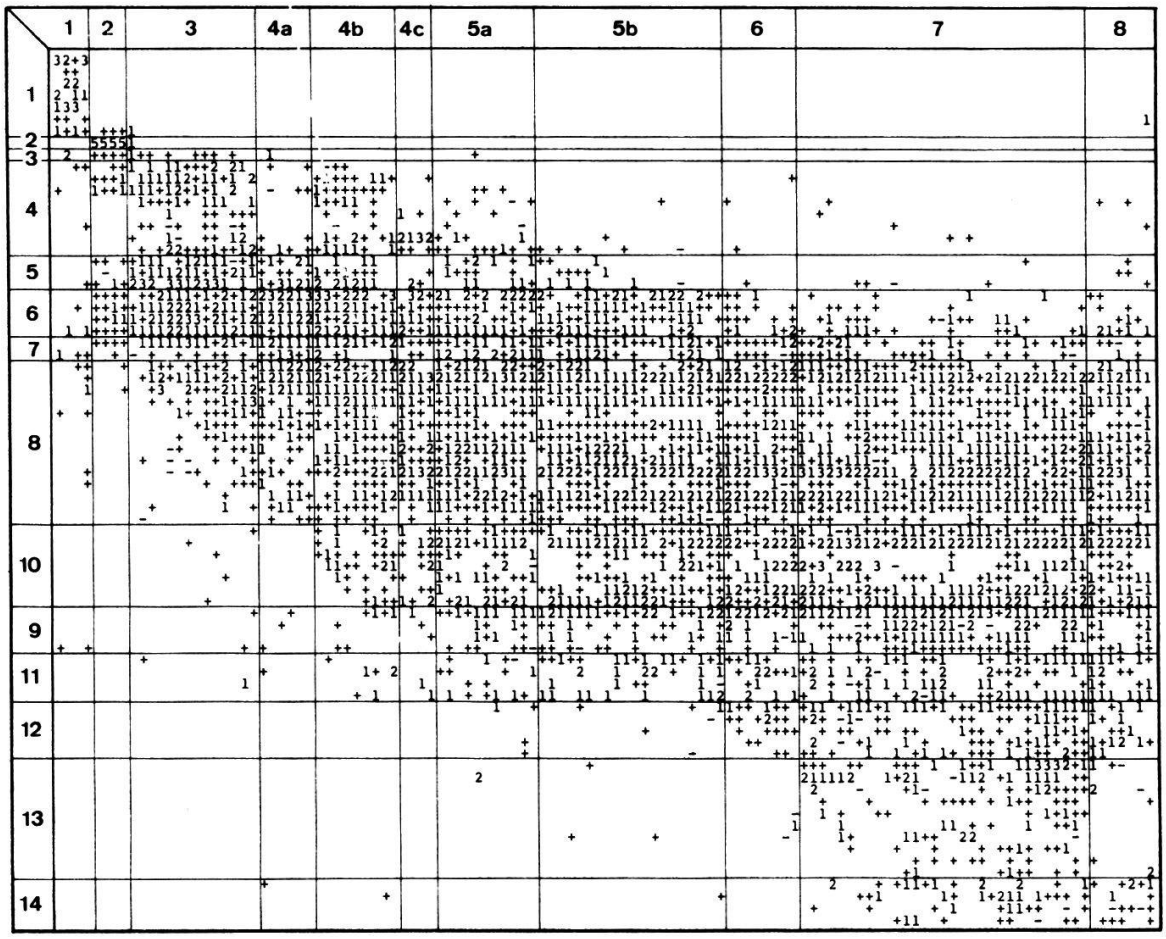


Abb. 2. Tabelle aus 118 Vegetationsaufnahmen,die entlang einem Feuchtegradienten liegen. Die Reihenfolge der Vegetationsaufnahmen wurde aus der Tabelle der Gesamtvegetation entnommen, jene der Arten stimmt weitgehend mit derjenigen aus dem Kartierungsschlüssel 1 überein (s. Beilage 6). Uebergangsaufnahmen sowie Aufnahmen von Mischbeständen wurden nicht berücksichtigt. Die Vegetationseinheiten sind am oberen Rand, die Artengruppen gemäss Kartierungsschlüssel am linken Rand der Tabelle angegeben.

Bemerkungen : Diese Einheit trennt sich von dem feuchteren Flügel der Einheit 3 nicht durch unterschiedliche Artenzusammensetzung, sondern nur durch den höheren Deckungsgrad von *Polytrichum sexangulare*.

***

EINHEIT 3 : Extreme Schneetälchen ohne schliessende Moosdecke (*Taraxacum alpinum-Cerastium trigynum*-Gesellschaft)

Standort : Vorwiegend schwach geneigte (0-30%), windgeschützte Lagen, die unter Einschwemmung von Wasser und Ionen liegen (im folgenden kurz als "Zufuhrlagen" bezeichnet). Sehr späte Ausaperung infolge Ansammlung von Schnee durch Verwehung oder Lawinen und sehr kurze Aperzeit (2-3 Monate). Böden unterschiedlich stark entwickelt, feinerdereich, stabil, nicht fliessend, häufig (insbesondere in Hangfusslagen) mit Schuttsteinen durchsät.

Verbreitung : Oberhalb 2400 m ü.M. weit verbreitet, häufig grössere Flächen einnehmend. Unterhalb 2400 m ü.M. nicht häufig.

Uebergänge : Gelegentlich zu Einheit 2, sehr häufig und lückenlos bei allmählich abnehmender Dauer der Schneebedeckung zu Einheit 4, bei zunehmender Hangneigung und einsetzender Bodenbewegung zum feuchten Flügel der Einheit 13.

Literatur : Diese Einheit stimmt mit dem *Salicetum herbaceae* Br.-Bl. 1913 Subass. *typicum* nach BRAUN-BLANQUET (1975, S. 45) gut überein. Im Vergleich zum *Salicetum herbaceae* von OBERDORFER (1977) ist sie wohl etwas basenärmer.

Bemerkungen : Die Artengruppe 8 aus dem Kartierungsschlüssel 1 (hochstete Arten, die Moos-Schneetälchen meiden) ist innerhalb dieser Einheit unterschiedlich stark vertreten. Daran ist zu erkennen, dass diese Einheit einen feuchteren (längere Schneebedeckungsdauer) und einen trockeneren Flügel (kürzere Schneebedeckungsdauer) aufweist.

Die Mehrheit der in dieser Einheit als *Polytrichum* sp. angegebenen Moose dürfte *P. sexangulare* betreffen. Neben dieser Art tritt auch noch *P. norvegicum* auf. Da *Polytrichum* sp. in den Kartierungsschlüsseln, wie die übrigen, nur bis zum Gattungsnamen bestimmten Moose und Flechten, nicht aufgeführt ist, entsteht der falsche Eindruck, dass die Einheiten 2 und 3 durch das Vorkommen bzw. Fehlen von *P. sexangulare* sehr scharf voneinander getrennt sind.

***

EINHEIT 4 : Wenig extreme Schneetälchen

Standorte : Unterschiedlich stark geneigte, häufig in Zufuhrlagen liegende, meist extensiv beweidete Standorte mit langer Schneebedeckungsdauer (häufig als Folge der Schneeansammlung durch Verwehung oder Lawinen). Aperzeit rund 3-4 Monate. Böden nicht bewegt, durch Viehtritt teilweise beschädigt.

Untergliederung: Diese Einheit wurde in eine artenarme (Einheit 4a, in

der Tabelle links), eine typische (Einheit 4b, Mitte) und eine *Plantago alpina*-Variante (Einheit 4c, rechts) untergliedert.

Verbreitung : Insbesondere oberhalb 2400 m ü.M. weit verbreitet und häufig grössere Flächen einnehmend.

Uebergänge : Die artenarme Variante entspricht der Verbindungsstelle der wenig extremen Schneetälchen, sowohl mit dem trockeneren Flügel der Einheit 3 wie auch mit dem feuchten Flügel der Einheit 13. Die entsprechenden Uebergänge sind häufig und lückenlos ausgebildet. Die typische Variante liegt entlang dem Vegetationsgradienten der Teiltabelle 1 (s. Abb. 2) und verbindet ebenfalls mit lückenlosen und häufigen Uebergängen den trockeneren Flügel der Einheit 3 mit dem feuchten Flügel der Einheit 5. Die *Plantago alpina*-Variante schliesslich deutet auf den seltener ausgebildeten, in der Tabelle der Gesamtvegetation durch die Aufnahmen 240, 242 und 243 (mit den Laufnummern 43-45) belegten Uebergang der wenig extremen Schneetälchen zum feuchten Flügel der Einheit 9.

Literatur : Diese Einheit liegt im Bereich der breiten Lücke, die sowohl bei BRAUN-BLANQUET (1975 bzw. 1969) wie auch bei OBERDORFER (1977 bzw. 1978) zwischen dem *Salicetum herbaceae* Br.-Bl. 1913 und dem *Caricetum curvulae* Brockm.-Jer. 1907 besteht. BRAUN (1913) erwähnt als *Hygrocurvuletum* eine Vegetation, die derjenigen dieser Einheit wohl nahe liegt. Er liefert aber keine Vegetationsaufnahme davon, so dass kein genauer Vergleich möglich ist. HARTMANN (1971) erwähnt ebenfalls eine weit verbreitete Mischvegetation zwischen dem *Caricetum curvulae* und dem *Salicion herbaceae* und vereinigt sechs Vegetationsaufnahmen davon (s. Tabelle aus HARTMANN 1971, S. 47) zum"*Caricetum curvulae hygrocurvuletosum,* Variante mit *Nardus* und *Gnaphalium supinum*". Diese Gesellschaft entspricht ungefähr der Einheit 4 aus der vorliegenden Arbeit.

***

EINHEIT 5 : Frische besonnte Hänge

Standort : Mässig bis stark geneigte, meist besonnte Hänge mit 4-monatiger oder etwas längerer Aperzeit. Böden verfestigt und nirgends fliessend. Diese Standorte werden weitgehend beweidet, in steilen Lagen sind die Böden häufig treppig, in schwach geneigten Lagen verdichtet.

Untergliederung: Diese Einheit besteht aus einer feuchteren, länger schneebedeckten und einer trockeneren, während kürzerer Zeit schneebedeckten Variante, die den Einheiten 5a bzw. 5b aus der Tabelle der Gesamtvegetation entsprechen.

Verbreitung : In allen Höhenlagen, vor allem aber um 2350-2500 m ü.M., weit verbreitet und grosse Flächen einnehmend.

Uebergänge : Sehr häufig und lückenlos zu Einheit 4 (vor allem 4b), ziemlich häufig und lückenlos bei abnehmender Einstrahlung zu Einheit 13 und bei abnehmender Dauer der Schneebedeckung zu

Einheit 6 sowie gelegentlich an warmen beweideten Hängen an der unteren Grenze der alpinen Stufe bei gut entwickelten Böden direkt zu Einheit 7 ohne Vermittlung der Einheit 6.

Literatur : Diese Einheit weist eine enge Verwandtschaft mit dem *Curvulo-Nardetum* aus OBERDORFER (1959) auf. Diese Pflanzengesellschaft liegt, wie schon ihre Benennung verrät, im Uebergangsbereich zwischen dem *Caricetum curvulae* und dem *Aveno-Nardetum*. OBERDORFER (1959) stellt sie zu dem Verband des *Eu-Nardion* und spricht ihr den Rang einer Assoziation zu. MARSCHALL und DIETL (1974) stellen die entsprechende, mit zahlreichen Aufnahmen aus den Schweizer Alpen belegte Vegetationseinheit zu einer *Carex curvula*-Variante des *Nardetum typicum*, betonen also wie bereits OBERDORFER (1959) ihre Verwandtschaft zum *Nardion* stärker als jene zum *Caricion curvulae*. HARTL (1978) erkannte den dem *Curvulo-Nardetum* entsprechenden "Bürstling-Krummseggenkomplex" in der Vegetationskarte der Grossfragant (1:25000). Dort kommt die räumliche Vermittlerrolle des *Curvulo-Nardetum* zwischen dem alpinen *Caricetum curvulae* und dem subalpinen Bürstlingsrasen, wie sie in der vorliegenden Arbeit beobachtet wurde, deutlich zum Ausdruck.

In BRAUN-BLANQUET (1969) sowie OBERDORFER (1978) ist das *Curvulo-Nardetum* nicht aufgeführt. Die Einheit 5 kann aus diesem Grund keiner Assoziation aus BRAUN-BLANQUET (1969) zugeteilt werden, sondern liegt vielmehr zwischen dem *Caricetum curvulae gentianetosum* und dem *Festucetum halleri* (BRAUN-BLANQUET 1969, S. 29 bzw. 37). Die starke Vertretung von *Campanula barbata, Arnica montana, Carex sempervirens, Anthoxanthum alpinum, Gentiana kochiana, Selaginella selaginoides, Campanula scheuchzeri, Nardus stricta, Geum montanum* und *Ranunculus grenierianus* unterstreicht ihre Verwandtschaft mit dem *Festucetum halleri*. Eine Zuteilung zu dieser Assoziation scheint aber wegen des Fehlens wärmeliebender Arten wie *Antennaria dioeca, Solidago alpestris, Pulsatilla vernalis, P. sulphurea* und *Deschampsia flexuosa* sowie eher basenliebender Arten wie *Hieracium hoppeanum, Daphne striata, Gentiana campestris* und *Myosotis alpestris* fragwürdig.

Die Zuteilung der Einheit 5 zu einer einzigen Assoziation nach OBERDORFER (1978) ist ebenfalls problematisch, da die Pflanzenbestände der unteren alpinen Stufe, die zwischen dem *Caricetum curvulae* und dem *Aveno-Nardetum* liegen, praktisch nicht mehr berücksichtigt wurden. Das *Caricetum curvulae* gemäss OBERDORFER (1978, S. 205, Assoziation 1b) ist eine eher windexponierte Assoziation, die die obere alpine Stufe besiedelt, das *Aveno-Nardetum* (S. 213) hingegen, eine deutlich subalpine Assoziation.

Bemerkungen : Sämtliche in dieser Einheit stark vertretenen Arten weisen eine grosse ökologische Verbreitungsamplitude auf.

***

EINHEIT 6 : Mässig trockene Hänge

Standort : Steile, besonnte Hanglagen, die infolge Windwirkung oder Schneerutschen verhältnismässig früh ausapern. Aperzeit rund 4½-5 Monate. Böden mindestens stellenweise flachgründig und häufig steinig.

Verbreitung : Meist kleinflächig und nicht häufig.

Uebergänge : Ziemlich häufig bei zunehmender bzw. abnehmender Dauer der Schneebedeckung zu den Einheiten 5 und 7, seltener vermutlich bei zunehmender Basenversorgung im Boden zu Einheit 9.

Literatur : Diese Einheit kann zwanglos dem *Curvulo-Nardetum* nach OBERDORFER (1959) zugeteilt werden. Ihre Verwandtschaft zum *Festucetum halleri* bzw. *Aveno-Nardetum* ist aber etwas enger als bei der Einheit 5. Im übrigen gelten auch hier die in bezug auf die Zuteilung der Einheit 5 zu Assoziationen aus der Literatur aufgestellten Bemerkungen.

***

EINHEIT 7 : Warme Hänge an der unteren Grenze der alpinen Stufe (*Calluna-Deschampsia flexuosa*-Gesellschaft)

Standort : Warme, mässig bis stark geneigte, meist südexponierte Hänge in tiefen Lagen an der Grenze zur subalpinen Höhenstufe, oder seltener steinig-felsige, meist sehr steile, früh ausapernde, zum Teil windexponierte, besonnte Standorte in höheren Lagen bis über 2400 m ü.M. Aperzeit rund 5 Monate oder etwas länger.

Verbreitung : Unterhalb 2400 m ü.M. grossflächig und weit verbreitet, oberhalb 2400 m ü.M. nur an kleinflächigen, warmen Standorten mit geringer Ausdehnung.

Uebergänge : Ziemlich häufig zu den Einheiten 5 und 6, nicht häufig zu Einheit 8 (s. dort).

Literatur : Diese Einheit kann dem *Aveno-Nardetum* (OBERDORFER 1978, S. 213) bzw. dem *Festucetum halleri* (BRAUN-BLANQUET 1969, S. 37) zugeteilt werden, zeigt aber auch Beziehungen zum *Nardetum alpigenum* Subass. *caricetosum sempervirentis* nach BRAUN-BLANQUET (1969, S. 61).

***

EINHEIT 8 : Mässig warme und verhältnismässig basenreiche Standorte

Standort : Aehnlich wie bei Einheit 6 jedoch wohl basenreicher.

Verbreitung : Meist kleinflächig und ziemlich selten.

Uebergänge : Ziemlich häufig zu Einheit 6 und nicht häufig zu Einheit 7 sowie bei zunehmender Feuchte und Basenversorgung im Boden zu Einheit 9 und bei zunehmender Basenversorgung und Windexposition zu Einheit 10.

Literatur : Diese Einheit entspricht einem an wärmeliebenden Arten verarmten *Festucetum halleri* nach BRAUN-BLANQUET (1969, S. 37), bzw. *Aveno-Nardetum* nach OBERDORFER (1978, S. 213).

Bemerkung : Diese Einheit verbindet die zwei Vegetationsgradienten der Kap. 4.1.1 und 4.1.2.

***

4.1.2. *Verhältnismässig basenreiche Standorte (Einheiten 9-10)*

Die nächsten beiden Vegetationseinheiten sind an verhältnismässig basenreiche Standorte gebunden. Diese sind über leicht verwitterbarem Kalkschiefer, über verhältnismässig basenreichem Silikatgestein (z.B. Amphibolit) oder auch über saurem Silikatgestein, das unter Zufuhr basenhaltigen Materials liegt, ausgebildet. Sie wurden zu einer Teiltabelle vereinigt, die in Abb. 3 wiedergegeben ist.

Die Vegetation der verhältnismässig basenreichen Standorte weist eine deutlich engere Verwandtschaftsbeziehung mit derjenigen basenarmer, saurer Standorte auf als mit der Dolomitvegetation aus der unmittelbaren Umgebung, die in VETTERLI (1981) beschrieben ist. Auf die Dolomitvegetation wird in der vorliegenden Arbeit nicht mehr näher eingegangen.

Die verhältnismässig basenreichen Standorte weisen im Untersuchungsgebiet eine geringe Ausdehnung und eine ebenfalls geringe reliefbedingte Variabilität auf. Aus diesem Grunde kommt in der Vegetation, die sie besiedelt, keine grössere Differenzierung zustande. Dementsprechend konnten nur zwei Vegetationseinheiten (windgeschützter bzw. windexponierter Standorte) ausgeschieden werden. Im ökologischen Verbreitungsbereich dieser beiden Einheiten wäre eine feinere Vegetationsgliederung höchstwahrscheinlich möglich; sie würde aber eine grössere Anzahl von Vegetationsaufnahmen unterschiedlich feuchter bzw. unterschiedlich lang schneebeedeckter Standorte erfordern. Die entsprechenden Aufnahmeflächen können im Untersuchungsgebiet wegen der erwähnten zu geringen Reliefvariabilität der entsprechenden Gesteinsunterlage kaum erbracht werden.

Die beiden Einheiten verhältnismässig basenreicher Standorte bilden das Gerüst des Kartierungsschlüssels 2 (s. Beilage 7), welcher mit den Uebergangseinheiten zum ersten Kartierungsschlüssel (Nr. 4c und 8) ergänzt wurde.

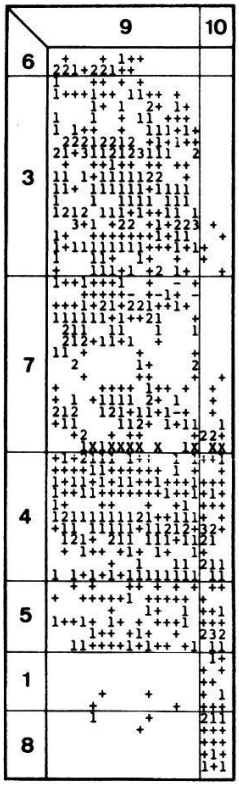


Abb. 3. Tabelle aus 19 Vegetationsaufnahmen verhältnismässig basenreicher Standorte. Die Reihenfolge der Vegetationsaufnahmen wurde aus der Tabelle der Gesamtvegetation entnommen, jene der Arten stimmt weitgehend mit derjenigen aus dem Kartierungsschlüssel 2 überein. Aufbau der Tabelle sowie Bezeichnung der Aufnahmen- und Artengruppen (aus Kartierungsschlüssel 2) im weiteren wie bei Abb. 2.

EINHEIT 9 : Verhältnismässig basenreiche Steilhänge (*Trifolium badium-T. nivale-T. thalii*-Gesellschaft)

Standort : Fast immer stark geneigte, frische bis feuchte, windgeschützte, zum Teil stark beweidete und trittbelastete Hänge in meist sonniger Lage auf kalkhaltigem oder unter Kalkzufuhr liegendem saurem Gestein. Aperzeit unterschiedlich lang mit Schwergewicht bei etwa 4-4½ Monaten. Böden feinerdereich und bezüglich Höhenlage sehr tiefgründig.

Verbreitung : Auf Kalkschiefer dominierende Einheit, auf saurem Silikatgestein stets kleinflächig und fast ausschliesslich in unmittelbarer Nähe von basenreichem Gestein ausgebildet.

Uebergänge : Nicht häufig zu Einheit 8 und bei zunehmender Windexposition zu Einheit 10, selten bei abnehmender Basenversorgung im Boden und zunehmender Dauer der Schneebedeckung zu Einheit 4c. Zu der in VETTERLI (1981) beschriebenen Dolomitvegetation sind keine Uebergänge zu verzeichnen.

Literatur : Diese Einheit zeigt eine gute Uebereinstimmung mit dem *Festuco violaceae-Trifolietum thalii* Br.-Bl. 1926 nach BRAUN-BLANQUET (1969, S. 85). Im Vergleich zur selben Assoziation nach OBERDORFER (1957) ist sie deutlich artenreicher. HARTMANN (1971) beschreibt aus dem Rätikon eine ähnliche Pflanzengesellschaft und erwähnt, dass sie die sehr steilen Hänge bevorzugt besiedelt.

Bemerkung : Die Vegetation der Einheit 9 ist fast ausnahmslos auffallend dicht-, meist auch hochwüchsig.

EINHEIT 10 : Verhältnismässig basenreiche Windkanten (*Erigeron uniflorus-Lloydia serotina*-Gesellschaft)

Standort : Mässig bis stark windexponierte Kanten- oder seltener auch Kuppenlagen. Gestein vorwiegend Kalkschiefer oder auch verhältnismässig basenreiches Silikat oder (nur selten) saures Silikat in unmittelbarer Nähe einer Grenze zu basenreichem Gestein. Aperzeit unterschiedlich lang aber kaum je kürzer als 5 Monate.

Verbreitung : Nur an einzelnen stets kleinflächigen Stellen, die im kartierten Raum nirgends vertreten sind (vgl. Koordinaten der entsprechenden Aufnahmeflächen in der Beilage 10).

Uebergänge : Nicht häufig zu den Einheiten 8 und 9, selten und fast immer scharf zur Einheit 11a bei abnehmender Basenversorgung im Boden.

Literatur : Diese Einheit gehört zum *Elynetum* (Brockm.-Jer. 1907) Br.-Bl. 1913 nach BRAUN-BLANQUET (1969, S. 91). Im Vergleich zum *Elynetum* nach OBERDORFER (1978, Assoziation Nr. 1, Tabelle auf S. 183), ist sie wesentlich artenreicher (s. auch Kap. 6.1).

4.1.3. *Basenarme Standorte mit unstabilen Böden und/oder starker Windexposition (Einheiten 11-13)*

Die Vegetation der nächsten drei Einheiten besiedelt windexponierte Kuppen und Grate sowie Standorte an schattigen Steilhängen mit lockeren Böden über saurem Silikatgestein. Diese drei Einheiten weisen trotz deutlich unterschiedlicher Standortstypen enge Verwandtschaftsbeziehungen auf. Sie ergeben sich dadurch, dass die im Untersuchungsgebiet am Wannengrat vorhandenen windexponierten Nordhänge mit zeitweise fliessenden Böden sowohl standörtlich wie auch vegetationskundlich eine Uebergangsstellung einnehmen, nämlich zwischen den windexponierten Kuppen auf festen Böden und den windgeschützten schattigen Steilhängen mit fliessenden Böden.

Die Einheiten 11-13 können als Glieder eines Vegetationsgradienten dargestellt werden (s. Abb. 4), der ungefähr parallel zur Abnahme der Aperzeit verläuft. Dieser Vegetationsgradient ist über die Verknüpfung der Einheiten 4 und 13 eine der beiden Fortsetzungen des ebenfalls mit der Dauer der Schneebedeckung korrelierenden Teilgradienten der Einheiten 2 - 3 - 4. Die Einheiten 11-13 bilden das Gerüst des Kartierungsschlüssels 3 (s. Beilage 8), welcher mit der Einheit 10 (infolge starker Windexposition mit Einheit 11 verwandt) ergänzt wurde.

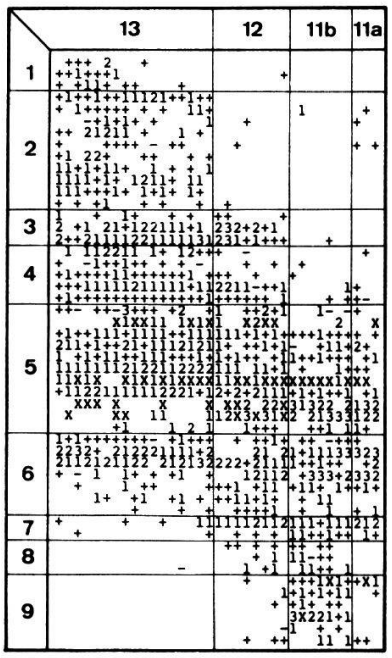


Abb. 4. Tabelle aus 35 Vegetationsaufnahmen basenarmer Standorte mit unstabilen Böden und/oder starker Windexposition. Die Reihenfolge der Vegetationsaufnahmen (links feucht, rechts trocken) ist im Vergleich zu derjenigen aus der Tabelle der Gesamtvegetation umgekehrt. Die Reihenfolge der Arten enspricht weitgehend derjenigen aus dem Kartierungsschlüssel 3. Aufbau der Tabelle sowie Bezeichnung der Aufnahmen- und Artengruppen (aus Kartierungsschlüssel 3) im weiteren wie bei Abb. 2.

Einheit 11 : Basenarme, stark windexponierte Kuppen und Kanten (*Alectoria ochroleuca-Thamnolia vermicularis*-Gesellschaft)

Standort : Windexponierte Lagen auf basenarmem Gestein.

Untergliederung: Diese Einheit wurde in zwei floristisch nur unscharf getrennte Untereinheiten untergliedert. Die Vegetation der Einheit 11a besiedelt windgefegte Kanten oder Kuppen mit verfestigten, nicht fliessenden, nicht überschütteten, stark sauren, zeitweise oberflächlich austrocknenden Böden, die Vegetation der Einheit 11b meist nördlich exponierte, windgefegte Hänge oder Hangkanten mit schwach entwickelten, stets lockeren, zeitweise bewegten, kaum je austrocknenden Böden. Die Vegetation der Einheit 11b weist meist den geringeren Deckungsgrad auf und ist ausgesprochen flechtenreich.

Verbreitung : Einheit 11a: an wenigen Stellen, stets kleinflächig,
Einheit 11b: an wenigen Stellen, meist kleinflächig.

Uebergänge : Einheit 11a: selten und meist scharf zu Einheit 10,
Einheit 11b: ziemlich häufig bei abnehmender Windexposition zu Einheit 12.

Literatur : Diese Einheit dürfte am ehesten dem *Caricetum curvulae* nach OBERDORFER (1978, S. 204, Assoziation 1b) sowie dem *Caricetum curvulae cetrarietosum* nach BRAUN-BLANQUET (1969, S. 25) zugeteilt werden.

***

EINHEIT 12 : Windgeschützte, schattige Steilhänge mit bewegten Böden.

Standort : Ausgesprochen schattige, kaum beweidete, dauernd feuchte Steilhänge. Böden stets locker und feinerdereich, meist, wenn auch nur über kurze Zeit während der Schneeschmelze, fliessend. Bodenbildung daher gestört. Aperzeit rund 3½ Monate.

Verbreitung : An wenigen Stellen, dort jedoch verhältnismässig grossflächig.

Uebergänge : Häufig und lückenlos, vermutlich bei abnehmender Bodenbewegung zu Einheit 13, ziemlich häufig bei zunehmender Windexposition zu Einheit 11b.

Literatur : Diese Einheit liegt dem *Luzuletum alpino-pilosae* (= *spadiceae*) Br.-Bl. 1926 nach OBERDORFER (1977, S. 219) sowie dem *Luzuletum spadiceae* nach BRAUN-BLANQUET und JENNY (1926) nahe, weist jedoch deutliche Anklänge zum *Caricetum curvulae* auf.

***

EINHEIT 13 : Mässig feuchte, schattige Hänge

Standort : Meist schattige, mässig bis stark geneigte Hänge, die spät ausapern. Aperzeit rund 3-4 Monate. Böden meist locker und teilweise fliessend, daher Bodenoberfläche häufig inhomogen. Keine Wasseransammlung oder Ionenanreicherung aus der Umgebung. Bestossung nur mit Kleinvieh, Beweidungsintensität meist nur gering.

Verbreitung : Vor allem oberhalb 2400 m ü.M. weit verbreitet und häufig grössere Flächen einnehmend.

Uebergänge : Häufig zu den Einheiten 4a und 12, nur gelegentlich zu den Einheiten 3 und 5.

Literatur : Diese Einheit liegt im Uebergangsbereich zwischen *Salicetum herbaceae* Br.-Bl. 1913 (nach BRAUN-BLANQUET 1969, S. 45) und *Luzuletum spadiceae* Br.-Bl. 1926. Nach dem pflanzensoziologischen System von OBERDORFER (1977) gehört sie zum *Luzuletum alpino-pilosae*, einer Assoziation, die gemäss Tabellenmaterial dem *Salicetum herbaceae* sehr nahe steht (OBERDORFER 1977, S. 219).

Bemerkungen : Bezüglich Standortsfeuchte bzw. Dauer der Schneebedeckung weist diese Einheit wohl eine grössere Verbreitungsamplitude auf als die Einheiten 3 und 4. Aus diesem Grunde zeigt sie Uebergänge zu drei Einheiten (Nr. 3, 4, 5), die sich durch die Dauer der Schneebedeckung unterscheiden. In einem noch ausgeprägteren Mass als die Einheit 5 wird die Einheit 13 fast ausschliesslich von Arten mit grosser Verbreitungsamplitude besiedelt.

4.1.4. *Keiner Einheit zuteilbare Standorte*

Die hier im folgenden charakterisierten Vegetationsaufnahmen differenzieren sich deutlich von den unterschiedenen Vegetationseinheiten und können daher in keiner davon eingegliedert werden. Anderseits ist ihre Anzahl zu gering oder die Homogenität der Gruppen, in denen sie eingeteilt wurden, zu schlecht, um selbständige Vegetationseinheiten bilden zu können.

Aufnahmen 240, 243, 242 (Laufnummer in der Tabelle der Gesamtvegetation 43-45)

Uebergänge zwischen den Einheiten 4c und 9.

***

Aufnahmen 231, 175, 164 (Laufnummer 123-125)

Mischbestände der Einheiten 8, 9 und 10.

***

Aufnahmen 295, 296 (Laufnummer 182-183)

Initiale Entwicklungsstadien der Einheit 12 auf Schutt.

***

Aufnahmen 185, 188, 89, 91 (Laufnummer 184-187)

In schwach geneigten Lagen (Aufnahmeflächen 89 und 91) oder auf Bergkämmen (185, 188) liegende Lägerstellen, die mit den Schneetälchen nah verwandt sind. Sie zeigen Anklänge zum *Poo-Cerastietum cerastoidis* (Söyr. 1954) Oberd. 1957 gemäss OBERDORFER (1977, S. 219).

***

Aufnahmen 90, 298, 220, 251, 97, 92 (Laufnummer 188-193)

Feuchte Schuttstellen in Hang- oder Hangfusslage. Böden flachgründig und zum Teil nur zwischen den Steinen fragmentarisch entwickelt.

***

Aufnahme 266 (Laufnummer 194)

Extrem stark beweideter Standort in schwach geneigter Hanglage. Boden verdichtet, Vegetation verarmt.

***

Aufnahmen 273, 259 (Laufnummer 195, 196)

Windgeschützte Steilhänge mit Böden, die entweder durch leichte Ueberschüttung (259) oder durch die Aktivität der Murmeltiere (273) gestört sind.

***

Aufnahmen 105, 115, 271, 211, 252, 233 (Laufnummer 197-202)

Nur kleinflächig ausgebildete, windexponierte Kuppen oder Hangkanten, die

einen Uebergang zwischen den Einheiten 5, 6 oder 13 zu Einheit 11 darstellen. In der Vegetationskarte als 5w, 6w, oder 13w (w = Signatur, die auf starke Windexposition hindeutet) auskartiert. *Caricetum curvulae.*

***

Aufnahmen 96, 238, 94 (Laufnummer 203-205)

Unter Bergkämmen liegende Hänge, die entweder infolge extrem starker Neigung (Aufnahmeflächen 94 und 96) oder Windexpodition (238) verhältnismässig früh ausapern. Die Aufnahmen 94 und 96 dürften Vertreter eines sehr seltenen Uebergangs zwischen den Einheiten 12 und 7 darstellen, der in der Nähe der Koordinaten 779.600/186.520 ausgebildet ist (s. Vegetationskarte, Beilage 1).

4.2. *Zu den vegetationsdifferenzierenden Standortsfaktoren*

In diesem Kapitel werden die durch Beobachtung ermittelten Standortsfaktoren (s. Kap. 3.1.6) besprochen, die mit der Differenzierung der Vegetation auf der Ebene der ausgeschiedenen Einheiten korrelieren. Die Wirkungsweise dieser Standortsfaktoren wurde nicht untersucht, so dass ohne vorherige experimentelle Ueberprüfung nicht von einer Kausalbeziehung zur Vegetation gesprochen werden darf (s. auch GIGON 1971, S. 15). Die Gliederung der differenzierenden Standortsfaktoren in unabhängige und unmittelbar wirkende Faktoren sowie die Verwendung der entsprechenden Begriffe lehnen sich an GIGON (1971, S. 14).

4.2.1. *Unabhängige Standortsfaktoren*

Von den unabhängigen Standortsfaktoren wirken sich vor allem das Relief und das Muttergestein auf die Differenzierung der Vegetation aus, während das Allgemeinklima (ausgenommen bei den höchstgelegenen Aufnahmeflächen) sowie der Artenschatz und die Zeit der Oekosystembildung für das untersuchte Gebiet als verhältnismässig einheitlich angenommen werden dürfen. Aus diesem Grund sind hier im folgenden zwei schematische Profile abgebildet (s. Abb. 5 und 6), die die Vegetation auf saurem Silikat- bzw. Kalkschiefergestein in Abhängigkeit des Reliefs darstellen. Bei Abb. 6 wurden keine Muldenlagen in das Schema aufgenommen, weil sie im untersuchten Gebiet praktisch fehlen. Die reliefbedingte Vielfalt der Kalkschieferstandorte ist ohnehin ziemlich gering, was zu einer weniger feinen Glie-

derung der Kalkschiefervegetation im Vergleich zu jener saurer Standorte führt.

Unterschiede im Relief wirken sich bei einer grösseren Anzahl von Aufnahmeflächen auf die Differenzierung der Vegetation aus, als jene aller übrigen Standortsfaktoren. Dies ist dadurch bedingt, dass das Relief im Untersuchungsgebiet unter den unabhängigen Standortsfaktoren die höchste

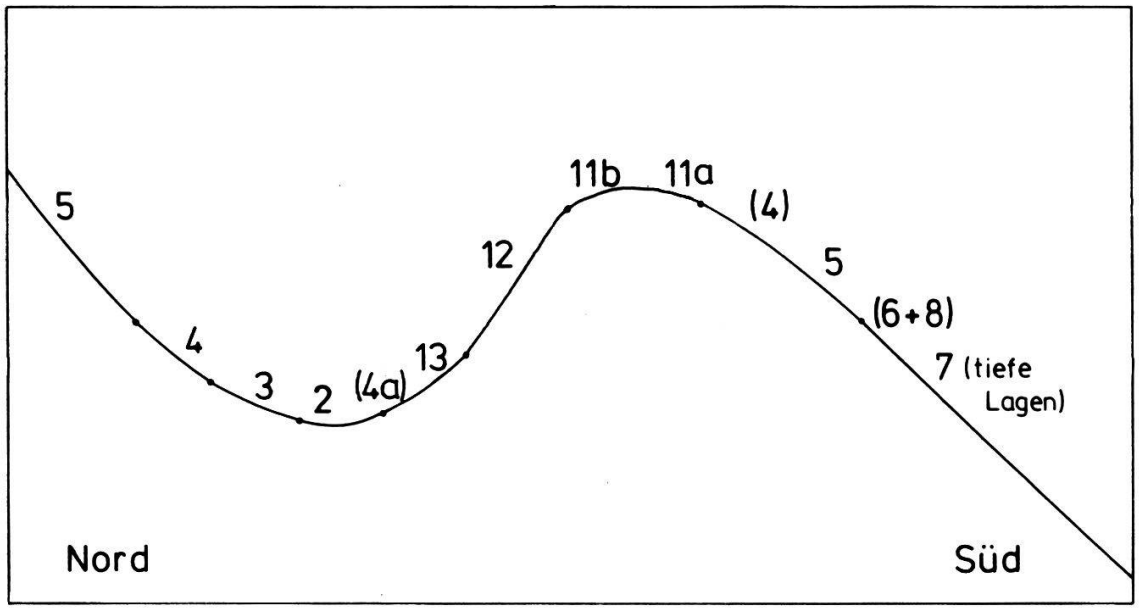


Abb. 5. Schematisches Profil der Vegetation auf saurem Silikatgestein in Abhängigkeit des Reliefs (2300-2500 m ü.M.).

Vegetationseinheiten sind mit ihren Nummern angegeben. Nummern in Klammern bedeuten, dass die entsprechende Vegetationseinheit im Bereich anderer Einheiten eingestreut sein kann und fast immer kleinflächig ausgebildet ist. Die Einheit 4 kann im Anschluss an die Einheit 11 (auf der Kuppe) vorkommen, sofern die Dauer der Schneebedeckung infolge Bildung von Schneewächten ausreichend lang ist. Die Einheiten 6 und 8 sind auf eine kürzere Schneebedeckungsdauer als die Einheit 5 (in deren Bereich sie meistens vorkommen) angewiesen, die vorwiegend durch leichte Windexposition bedingt ist. Die Vegetation der Einheit 1 besiedelt dauernd vernässte Standorte im Verbreitungsbereich der Einheiten 7 und 5. Die Einheiten 2 (Mulde) und 11 (Kuppe) sind stets kleinflächig ausgebildet.

Bei einem durchschnittlichen West-Ost-Profil sind von links nach rechts die Einheiten 4a, 13, 12, 11b und 7 nicht vertreten. Die ersten vier werden an einem W-Hang durch die Einheiten 3, 4 und 5 ersetzt, die Einheit 7 an einem E-Hang durch die Einheit 5.

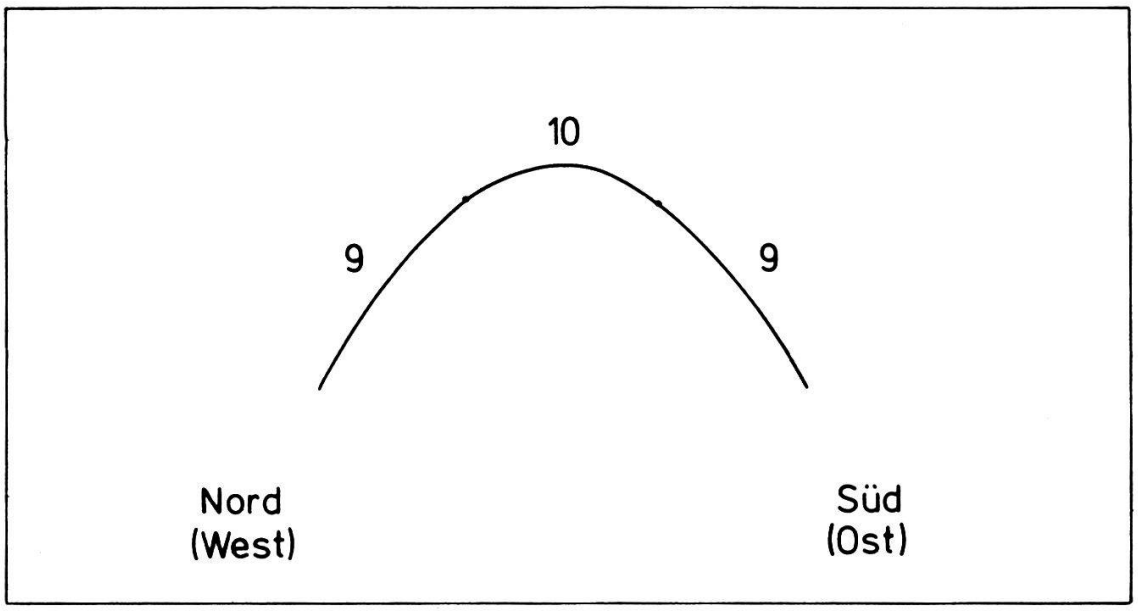


Abb. 6. Schematisches Profil der Vegetation auf Kalkschiefergestein in Abhängigkeit des Reliefs (2300-2500 m ü.M.).

Vegetationseinheiten sind mit ihren Nummern angegeben. Weitere Erläuterungen im Text.

Variabilität aufweist. Sie ist sogar grösser als jene des Muttergesteins, das innerhalb der beiden untersuchten (basenarmen bzw. relativ basenreichen) Gesteine verhältnismässig schwach variiert. Das Relief bestimmt zusammen mit dem Klima die Wind- und Einstrahlungsverhältnisse sowie die Dauer der Schneebedeckung, die eine starke Auswirkung auf die Vegetation ausüben. Es beeinflusst, wenn auch in geringerem Masse als das Gestein, die Basen- und Nährstoffversorgung im Boden und ist schliesslich, zusammen mit Klima, Artenschatz und Zeit der Bodenbildung, vor allem über die Bodenneigung und Exposition, an der Ausbildung fliessender Böden stark beteiligt.

4.2.2. *Unmittelbar wirkende Standortsfaktoren*

Zuerst werden jene Faktoren besprochen, die sich auf den ausgedehntesten Flächen auswirken und mit der Differenzierung einer grösseren Anzahl von Vegetationseinheiten korrelieren, anschliessend diejenigen, die nur kleine Flächen und wenige Vegetationseinheiten betreffen. Die ersten drei

Faktoren ("Feuchte", "Basen" und "Wind") sind die wichtigsten, die übrigen spielen eine eher untergeordnete Rolle. Keiner der unmittelbar wirkenden Standortsfaktoren, die auf der Ebene der Einheiten die Vegetation differenzieren, ist durch menschliche Eingriffe bedingt. Trittbelastung und Nährstoffanreicherung durch Weidetiere wirken sich wohl lokal auf die Vegetation aus, führen aber nicht zur Ausscheidung zusätzlicher Vegetationseinheiten.

4.2.2.1. *"Feuchte"*

Bei gleichem Gestein ist die mehr oder weniger direkt auf die "Feuchte" zurückzuführende Vegetationsdifferenzierung bei weitem die wichtigste. Dies gilt sowohl in qualitativer (grosse Vegetationsunterschiede) wie auch in quantitativer Hinsicht (grosse Ausdehnung der durch unterschiedliche Feuchte differenzierten Bestände).

Unter "Feuchte" werden hier die Dauer der Schneebedeckung sowie die mit ihr korrelierende Bodenfeuchte während der schneefreien Periode verstanden (vgl. WOLFSEGGER und POSCH 1980).
Wie schon in Kap. 3.1.6 erwähnt, musste die Dauer der Schneebedeckung mangels exakter Luftbilderhebungen geschätzt werden, was sich nicht ohne Beeinflussung durch das Bild des Vegetationszustands durchführen liess. Indem also die Dauer der Schneebedeckung nicht als eine ganz unabhängig von der Vegetation erhobene Grösse gelten darf, muss ihre Korrelation mit der Vegetation mit besonderer Vorsicht beurteilt werden. Mit der entsprechenden Vorsicht sind auch die Ausführungen dieses Kapitels zu verstehen. Da die Beschreibung der Korrelation der Schneebedeckung mit der Vegetation aus den meisten bisher erschienenen pflanzensoziologischen Arbeiten aus der alpinen Stufe ebenfalls auf Schätzungen der Schneebedeckungsdauer beruht, die abhängig von der Vegetation sind, muss in jenen Fällen die erwähnte Korrelation ebenfalls mit grosser Vorsicht beurteilt werden. Eine mit objektiven Methoden ermittelte Schneebedeckungsdauer ist die unumgängliche Voraussetzung zur Beurteilung ihrer Korrelation mit der Vegetation.

Die Vegetationsdifferenzierung, die mit sehr kurzen Schneebedeckungszeiten als Folge von ausgeprägtem Schneeabtrag durch den Wind zusammenhängt, stellt einen Sonderfall des Feuchteeinflusses dar und wird in Kap. 4.2.2.3 behandelt.

Ausgenommen in den Sümpfen und Moos-Schneetälchen ist es kaum möglich, die Wirkung der Bodenfeuchte während der schneefreien Zeit von derjenigen der Schneebedeckungsdauer auseinander zu halten. Aufgrund der zeitlichen Verteilung der sommerlichen Niederschläge (s. Kap. 2.3) sowie der Evapotranspiration alpiner Pflanzenbestände (PISEK und CARTELLIERI 1941; KÖRNER 1977, s. dort weiterführende Literatur) ist anzunehmen, dass, ausser an windexponierten Standorten, die Böden im Wurzelraum kaum je austrocknen.

Die Dauer der Schneebedeckung ist nur in den seltensten Fällen streng höhenabhängig. Stellen, die im Anrissgebiet von Schneeniedergängen liegen, apern früher aus als Gebiete wo sich die Schneemassen ansammeln. Dadurch wird vielfach die Höhenzonation der Vegetation lokal vermischt oder gar umgekehrt. Dies ist beispielsweise im Steintälli (s. Abb 1) gut ersichtlich: dort tragen hochgelegene steile Hänge häufig eine wärmeliebende Vegetation mit mehreren subalpinen Arten, während die Schneetälchen mit den typischen hochalpinen Arten weiter unten liegen.

Die Korrelation der Dauer der Schneebedeckung mit der Vegetation geht aus praktisch allen vegetations- und standortskundlichen Arbeiten aus der alpinen Stufe hervor. Diese werden deshalb hier nicht einzeln zitiert. Vor allem in neuerer Zeit, wenn auch vorwiegend in der subalpinen Stufe, wird dieser Zusammenhang vermehrt anhand von Schneeschmelzkarten erläutert (FRIEDEL 1961, CLAUDIN und GENSAC 1973, HEISELMAYER 1981). Die Schneebedeckungsdauer-Karte von GIACOMINI et al. (1964) ist wohl zu generalisiert um Korrelationsstudien mit der Vegetation (im Massstab 1:12500 kartographisch dargestellt) zuzulassen.

4.2.2.2. *"Basen"*

Unter dem Begriff "Basen" werden hier die komplexen vorwiegend chemisch wirkenden und mit dem Kalziumkarbonatgehalt des Gesteins in Zusammenhang stehenden Faktoren zusammengefasst, die zur Differenzierung der Kalkschiefervegetation von der Vegetation auf saurem Kristallingestein führen. Der Basenfaktor wirkt sich ebenfalls auf die Vegetation einiger Grenzflächen des sauren zum kalkhaltigen Gestein aus, was vermutlich auf die Zufuhr von $CaCO_3$ zurückzuführen ist (s. Beschreibung der Vegetationseinheit

9). Diese dürfte im Untersuchungsgebiet vorwiegend durch den Flugstaub erfolgen, auf dessen Bedeutung schon BRAUN-BLANQUET und JENNY (1926), FRANZ (1976) und in neuster Zeit anhand von Flugstaubakkumulations-Messungen auch GRUBER (1980) hingewiesen haben.

4.2.2.3. *"Wind"*

Durch den starken Einfluss auf die Einschneiung, die in der alpinen Stufe wesentlich stärker als die Schneeschmelze die Dauer der Schneebedeckung bestimmt, wirkt der Wind, wenn auch nur indirekt, sehr stark auf die Vegetation ein (FRIEDEL 1961, JENIK 1958). Dieser Einfluss wurde in bezug auf alle windgeschützten bis schwach windexponierten Standorte bereits in Kap. 4.2.2.1 erläutert. Hier im folgenden wird von der direkten Windwirkung, die an stark windexponierten Kuppen, Graten und Kämmen auftritt, gesprochen. Sie führt zu einer ausgeprägten Beeinflussung der Pflanzenbestände (s. die pflanzensoziologisch leicht charakterisierbaren Einheiten 10 und 11), die sich aber im Untersuchungsgebiet stets auf Flächen mit geringer Ausdehnung begrenzt.

4.2.2.4. *"Bodenbewegung"*

Der Begriff "Bodenbewegung" wird zur Charakterisierung jener nicht genau ermittelbaren Faktoren verwendet, die zur Differenzierung der Vegetationseinheiten 11b und 12 von den Nachbareinheiten 11a und 13 führen. Beide Einheiten (11b und 12) sind im Gegensatz zu allen übrigen Einheiten an lockere Böden gebunden, deren Oberflächengestalt die Zeichen eines langsamen Fliessens aufweist (Erdwülste, vorgeschobene girlandenförmige Treppen usw.).

4.2.2.5. *"Nährstoffe"*

Die Nährstoffversorgung im Boden dürfte die Hauptursache der Ausbildung der nicht als eigene Vegetationseinheit ausgeschiedenen Lägerstellen (Vegetationsaufnahmen 188, 185, 89 und 91, Laufnummer 184-187 in der Gesamttabelle) darstellen.

Vielleicht ist aber auch die schwach ausgeprägte Differenzierung der Schneetälchenvegetation (Einheiten 3 und 4) von der Vegetation schattiger Hänge (Einheit 5) auf die unterschiedliche Nährstoffversorgung zurückzuführen.

4.2.2.6. *"Einstrahlung"*

Eine Korrelation der Einstrahlung mit der Vegetation ist vorhanden, dürfte aber wie HEGG (1977, S. 260) bemerkt, durch Boden und Klimafaktoren, die den Wasserhaushalt beeinflussen, bedingt sein. Im allgemeinen ist es schwierig, den Einfluss der Einstrahlung von jenem der Dauer der schneefreien Zeit auseinander zu halten. Selbst KRONFUSS und STERN (1978) konnten in ihrer eingehenden Untersuchung keine direkte Korrelation der Einstrahlung mit der Vegetation nachweisen, da die Strahlung sich erst über die Schneebedeckungsdauer auf die Vegetation auswirkt. In Spezialfällen, namentlich an den höchstgelegenen, durch die Vegetation der Einheit 7 besiedelten Steilhängen, kann aber beobachtet werden, dass die Pflanzenbestände bei ähnlich langer Aperzeit auf die unterschiedliche Einstrahlung reagieren, bzw. darauf, ob die Ausaperung durch Windwirkung oder starke Sonneneinstrahlung im Frühling zustande kommt.

4.3. *Ueberblick*

4.3.1. *Vegetation*

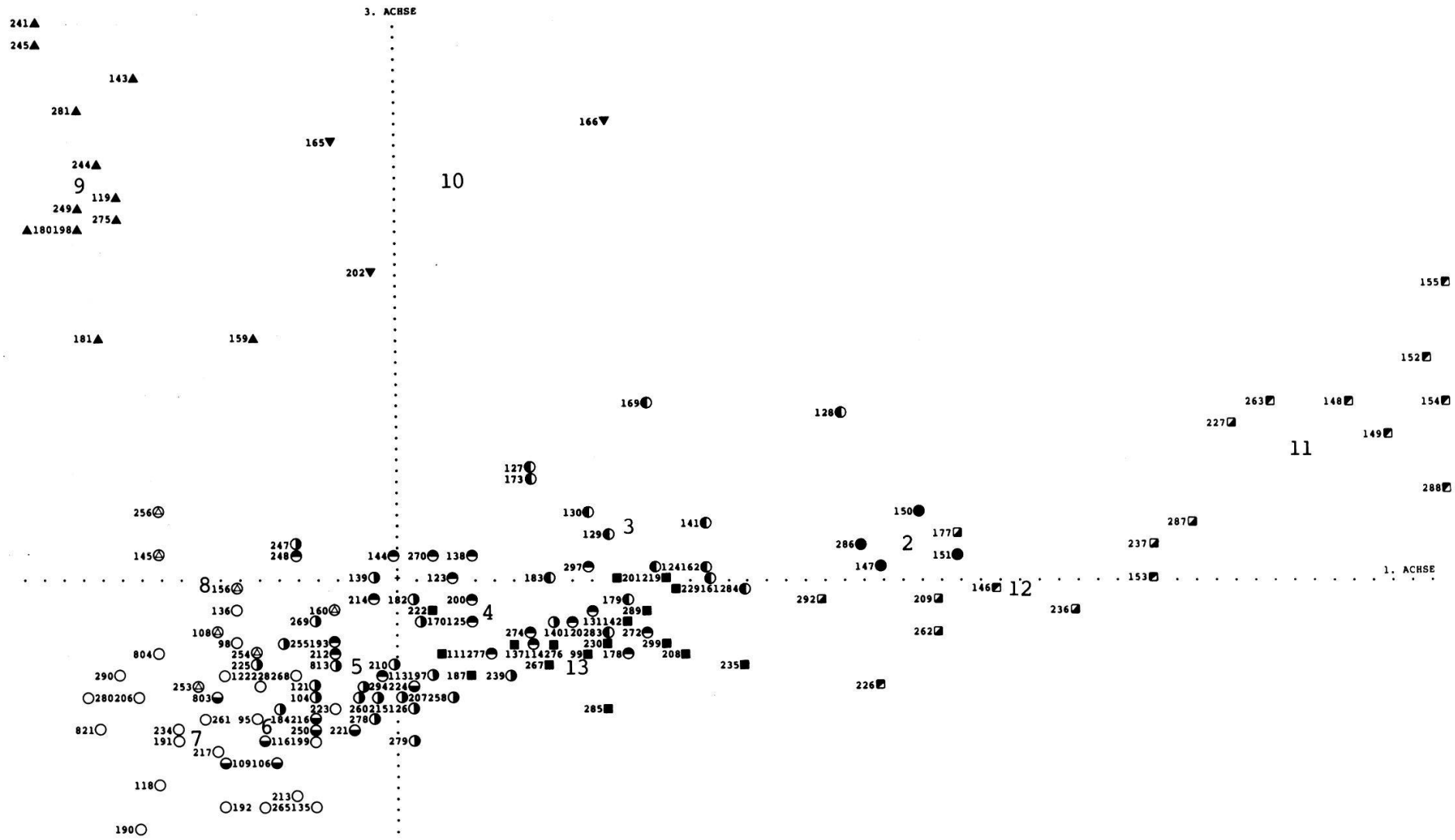
Die untersuchte Vegetation lässt sich mit Ausnahme der wenigen nicht zuteilbaren Pflanzenbestände sowie der scharf von den übrigen Vegetationseinheiten getrennten *Eriophorum-Carex fusca*-Gesellschaft (Einheit 1) in drei Hauptgradienten einordnen. Diese wurden in den einzelnen Teiltabellen (Abb. 2-4) dargestellt und kommen deutlich aus der Korrespondenzanalyse der Vegetationsaufnahmen aufgrund ihrer Artbestände (Abb. 7) zum Ausdruck. Sie umfassen die Einheiten 2 - 3 - 4b - 5 - 6 - 7 bzw. 2 - 3 - 4a - 13 - 12 und 11. Der Einfachheit halber wird auch bei den Einheiten 9 und 10 von einem Vegetationsgradienten gesprochen, obschon dieser sehr kurz

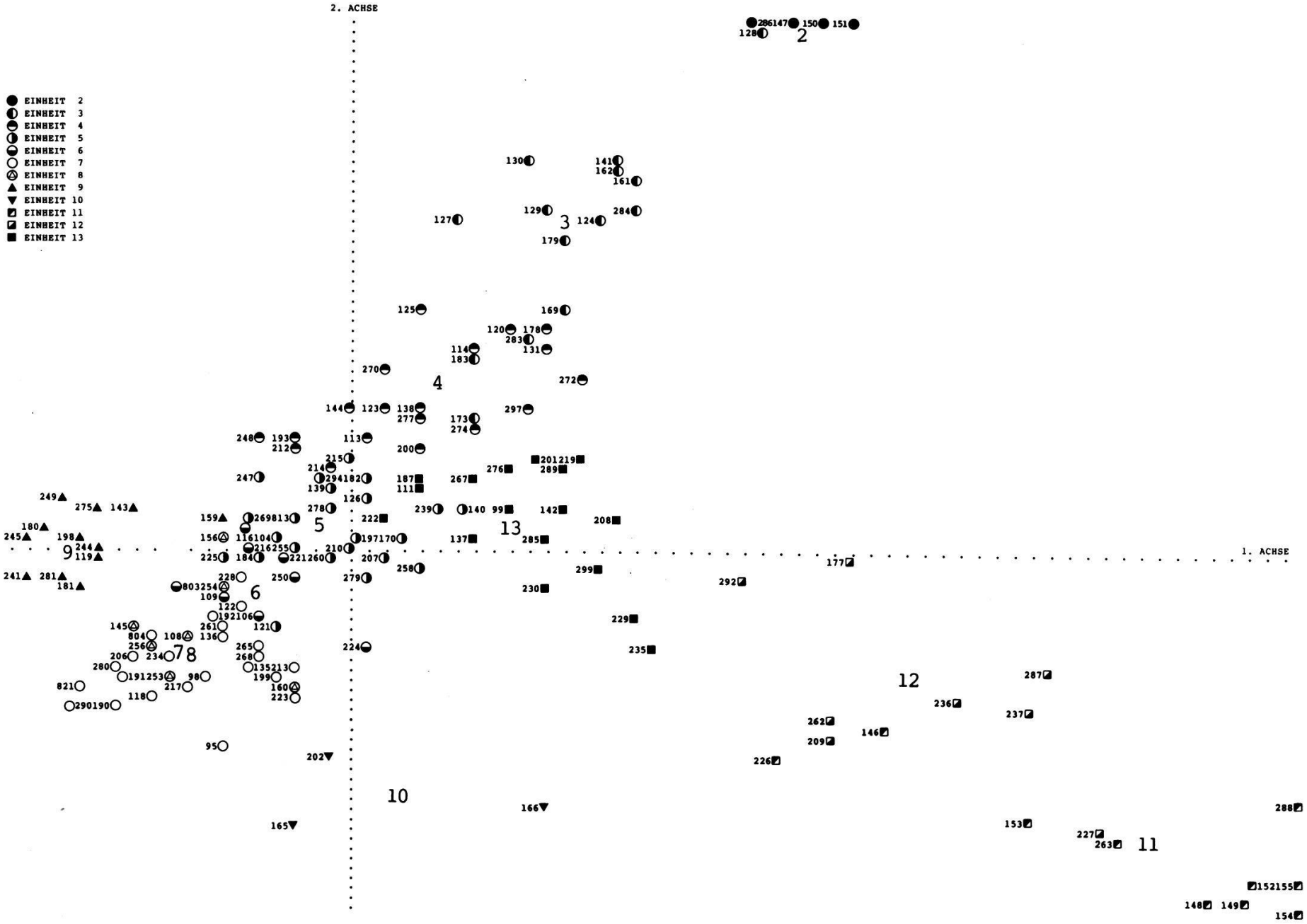
und im Bereich des Ueberganges beider Einheiten sehr steil ist. Wie ersichtlich verlaufen die ersten beiden Gradienten bei den Einheiten 2 und 3 vorerst noch gemeinsam, teilen sich dann aber im Bereich der Einheit 4. Die Schlüsselstellung dieser Einheit kommt mit der Korrespondenzanalyse deutlich zum Vorschein.

Die Endstellen aller drei Vegetationsgradienten (Einheiten 2 und 7, bzw. 2 und 11 sowie 9 und 10) sind pflanzensoziologisch leicht charakterisierbar und wurden bisher von anderen Autoren zum grossen Teil schon genau untersucht und beschrieben. Mit Ausnahme der Einheiten 11b und 12 (s. Kap. 4.1.3) weisen nur diese Gradientenstellen eigene Arten ("Charakterarten") auf. Die standörtliche Verbreitungsamplitude dieser Charakterarten ist eng und beschränkt sich mit Ausnahme der Schneetälchenarten auf eine einzige Vegetationseinheit. Bei zunehmender Entfernung von einem Ende eines Vegetationsgradienten verschwinden die Charakterarten allmählich,meist noch

---

Abb. 7a (S. 52), 7b (S.53). Aehnlichkeitsmodell von 157 Vegetationsaufnahmen (kleingedruckte Nummern) aufgrund ihrer Artbestände (101 Arten) berechnet mit der Korrespondenzanalyse. Die Artmächtigkeiten wurden gemäss der differenzierten Wertskala von Kap. 3.2.1 gewichtet. Die klar von den übrigen Vegetationseinheiten getrennten Moore (Einheit 1) sowie die Aufnahmen von Misch- und Uebergangsbeständen wurden nicht berücksichtigt (s. Tab. der Gesamtvegetation). Vereinzelte weitere Vegetationsaufnahmen mussten wegen der Kapazitätsgrenzen des angewendeten Computerprogramms ebenfalls weggelassen werden. Nahe liegende Nummern deuten auf ähnliche, entfernte Nummern auf unähnliche Aufnahmen. Mit Kreisen sind die Vegetationsaufnahmen des ersten, mit Dreiecken jene des zweiten, mit Vierecken jene des dritten Vegetationsgradienten gekennzeichnet. Grossgedruckte Nummern geben den ungefähren Schwerpunkt der einzelnen Vegetationeinheiten wieder. Auf die erste Achse entfallen 14%, auf die zweite 12%, auf die dritte 10%, auf die vierte (nicht abgebildete) Achse nur noch 5% der Summe aller Eigenwerte. Diese Prozentwerte sind ein Mass für den Anteil der durch die entsprechenden Achsen erklärten gesamthaften Vegetationsunterschiede.
Am einfachsten kann man sich das dreidimensionale Aehnlichkeitsmodell vorstellen, indem man die Abb. 7a und 7b bei rechtwinkelig geöffnetem Buch betrachtet. Daraus kann man leicht auf die Stelle der einzelnen Vegetationsaufnahmen im Raum schliessen und zwar aufgrund ihrer orthogonalen Projektionen in Abb. 7a und 7b. Dabei muss berücksichtigt werden, dass einzelne, sich gemäss Berechnungen überdeckende Nummern (der Vegetationsaufnahmen) aus Platzgründen geringfügig verschoben werden mussten und somit in Abb. 7a und 7b nicht dieselbe Koordinate auf der ersten Achse aufweisen.


3. ACHSE
1. ACHSE
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13


2. ACHSE
1. ACHSE
EINHEIT 2
EINHEIT 3
EINHEIT 4
EINHEIT 5
EINHEIT 6
EINHEIT 7
EINHEIT 8
EINHEIT 9
EINHEIT 10
EINHEIT 11
EINHEIT 12
EINHEIT 13
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

bevor jene des anderen Gradienten-Endes auftreten. Eine Ausnahme bilden hier die Schuttpflanzen der Einheiten 11b und 12 sowie die Vegetation verhältnismässig basenreicher Standorte, die ja wegen der verhältnismässig geringen Anzahl Aufnahmen nur zwei Vegetationseinheiten ergaben. Hingegen werden die Vegetationseinheiten 5 (sonnige Hänge) und 13 (schattige Hänge), die in der Mitte zweier Vegetationsgradienten liegen, fast nur noch durch hochstete Arten charakterisiert. Sie unterscheiden sich daher von den Nachbareinheiten teilweise nur durch das Fehlen von Arten. Die Schwierigkeit ihrer vegetationskundlichen Charakterisierung, die sich daraus ergibt, wird vermutlich überall dort begegnet, wo sehr eingehende pflanzensoziologische Studien eine zunehmend feine Vegetationsgliederung zulassen (wie z.B. bei den charakterartenlosen Waldassoziationen der kollinen und montanen Stufe Mitteleuropas nach ELLENBERG 1978, S. 107-109 und ELLENBERG und KLÖTZLI 1972).

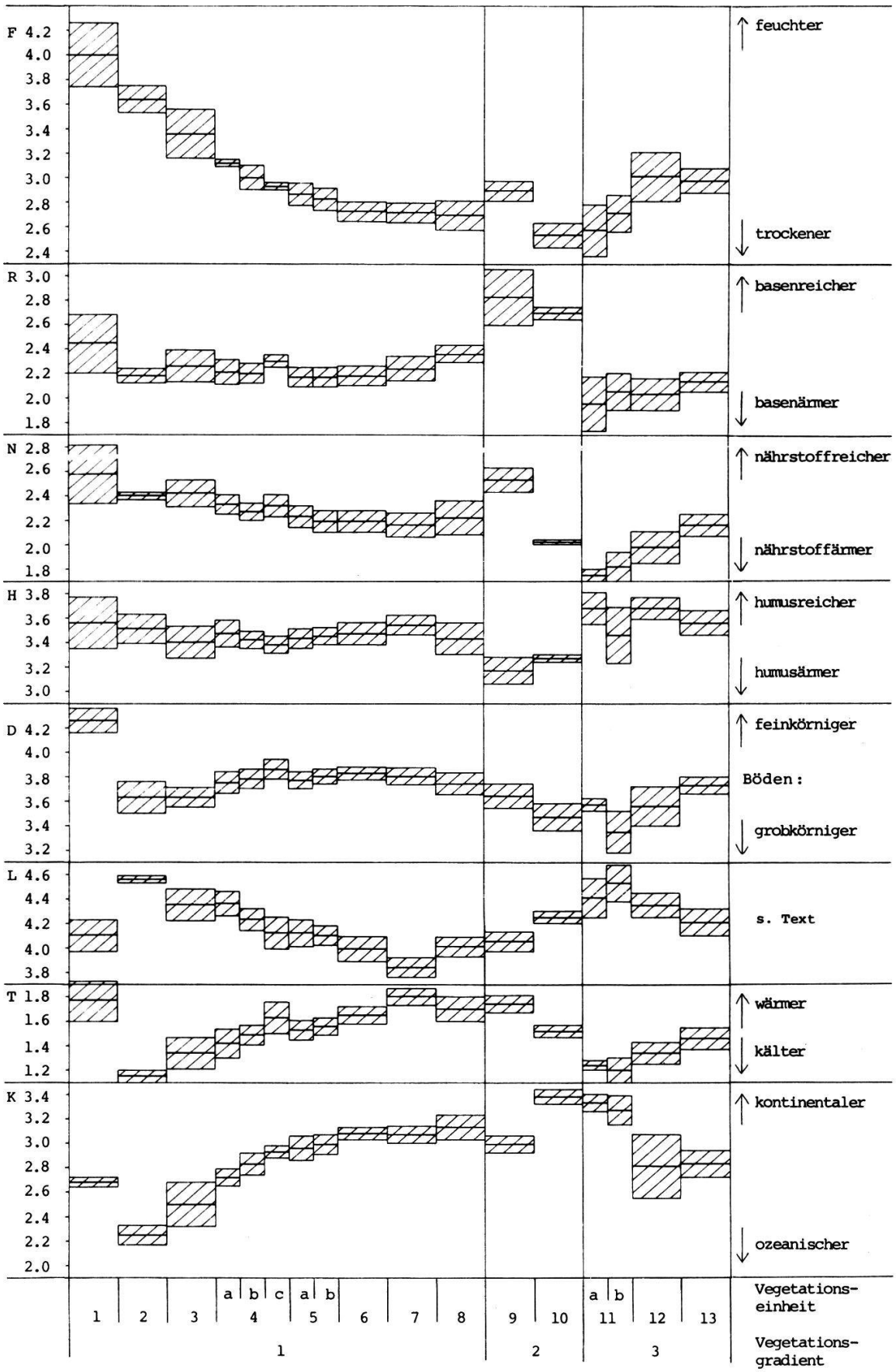
4.3.2. *Zeigerwerte der Vegetation*

Hier im folgenden wird eine standörtliche Charakterisierung der Vegetationseinheiten anhand der mittleren Zeigerwerte der Vegetationsaufnahmen vorgenommen (s. LANDOLT 1977 und Kap. 3.2.4). Diese Charakterisierung ist mit Vorsicht zu beurteilen, weil die Zeigerwerte der Pflanzenarten allein auf Schätzungen beruhen und das durchschnittliche Artverhalten kennzeichnen. Es ist aber ebenfalls zu betonen, dass infolge der Mittelwertbildung jene Zeigerwerte, die nicht mit dem Artverhalten in den entsprechenden Vegetationsaufnahmen übereinstimmen (ausser bei den artenärmsten Aufnahmen), kaum stark ins Gewicht fallen können (vgl. LANDOLT 1977, S. 28). Die mittleren Zeigerwerte der Vegetationsaufnahmen wurden einerseits zur Berechnung der mittleren Zeigerwerte jeder Vegetationseinheit (s. Abb. 8), anderseits zur Durchführung einer Korrespondenzanalyse der

---

Abb. 8. Mittlere Zeigerwerte der Vegetationseinheiten und ihre Standardabweichungen, berechnet aufgrund der mittleren Zeigerwerte der einzelnen Vegetationsaufnahmen nach LANDOLT (1977). Die Zeigerwerte der Moos-Schneetälchen sowie der flechtenreichen Einheit 11b sind mit Vorsicht zu interpretieren, da bei deren Berechnung keine Kryptogamen berücksichtigt wurden. Reihenfolge der Vegetationseinheiten aus der Tabelle der Gesamtvegetation.

Mittlere Zeigerwerte



Vegetationsaufnahmen aufgrund der Zeigerwerte statt der Arten herangezogen (s. Abb. 9). Bei der Beurteilung der mittleren Zeigerwerte ist zu berücksichtigen, dass kleine Wertunterschiede bereits spürbare Standortsunterschiede anzeigen können (s. LANDOLT 1977, S. 34).

Aus Abb. 8 ist ersichtlich, dass die Feuchtezahl entlang der in Kap. 4.3.1 erwähnten Vegetationsgradienten der Einheiten 2 - 3 - 4c - 5 - 6 - 7- bzw. 2 - 3 - 4a - 13 - 12 - 11 sowie 9 und 10, ausgenommen bei Einheit 12, kontinuierlich abnimmt. Diese Abnahme hängt, wie in Kap. 4.3.3. erläutert wird, vor allem mit der Schneebedeckung zusammen.

In bezug auf die Reaktionszahl kommt aus Abb. 8 die Stellung der beiden Einheiten relativ basenreicher Standorte (9 und 10) deutlich zum Ausdruck. Zu den weiteren Zeigerwerten kann folgendes gesagt werden:

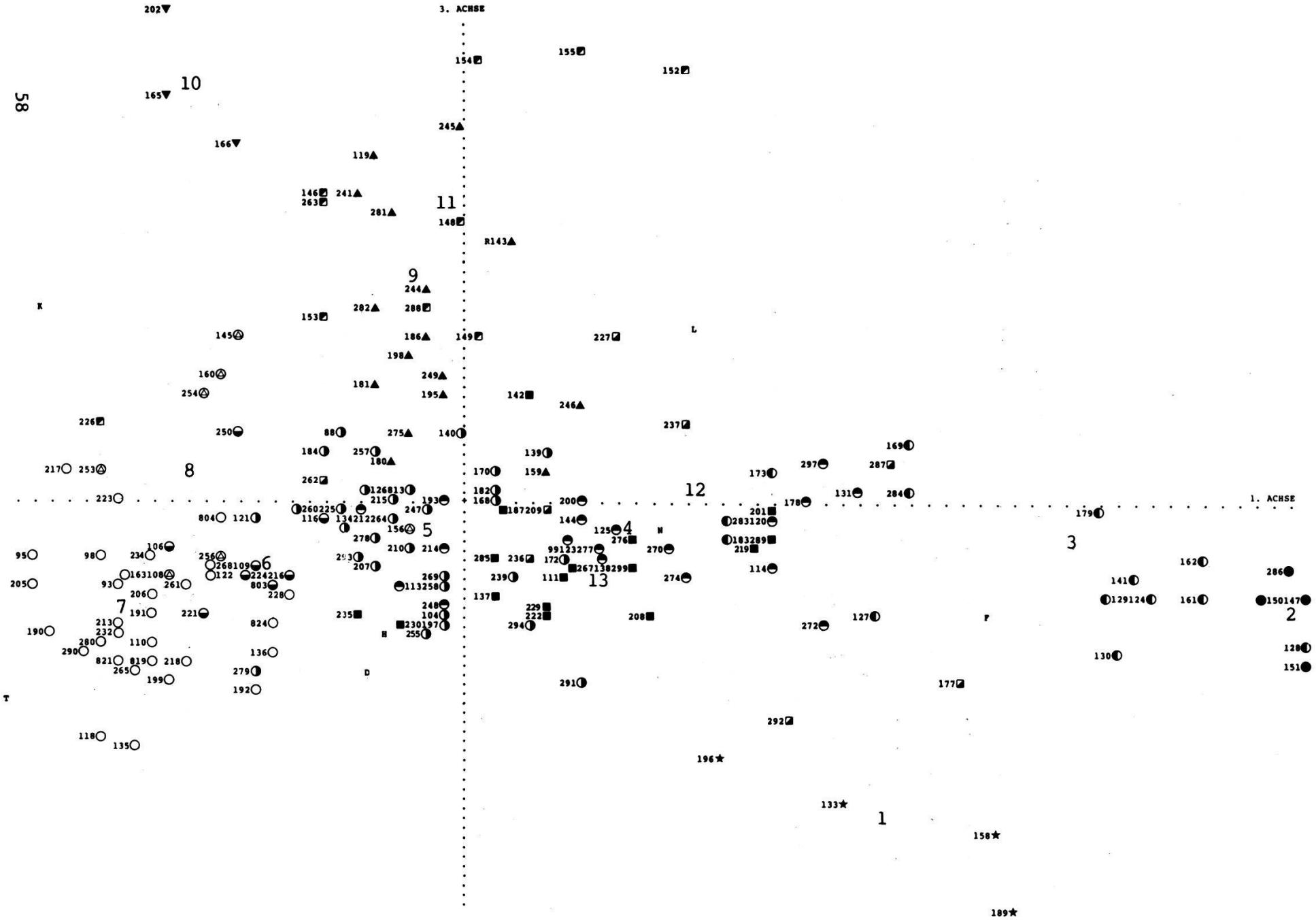
- Die Kontinentalitätszahl ist bei der am längsten schneebedeckten Vegetation der Einheit 2 am tiefsten, bei der wahrscheinlich am kürzesten schneebedeckten Vegetation der Einheiten 10 und 11 hingegen am höchsten.
- Die Dispersitätszahl ist erwartungsgemäss bei den Mooren (Einheit 1) am höchsten, bei der Vegetation auf schwach entwickelten, zum Teil schuttartigen Böden (Einheiten 12 und 11b) sowie bei der Vegetation auf zeitweise austrocknenden Böden der Einheiten 10 und 11a (infolge Windexposition) am tiefsten.

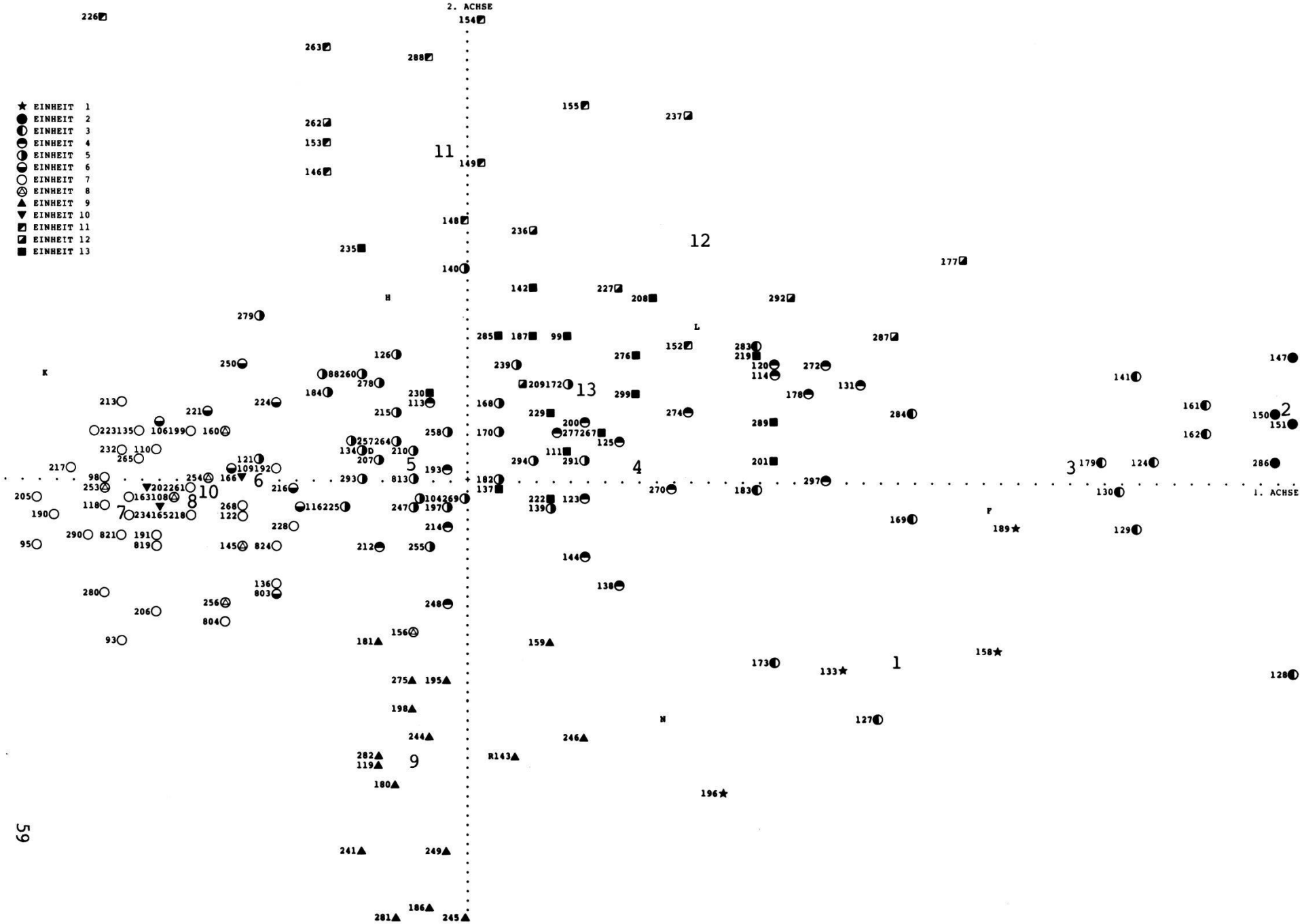
Teilweise können die einzelnen Zeigerwerte im Bereich der untersuchten Vegetation untereinander korrelieren, bzw. einen parallelen oder entgegengesetzten Verlauf aufweisen. Die Kontinentalitätszahl verhält sich, ausgenommen bei der Moorvegetation, praktisch genau umgekehrt zur Feuchtezahl, die Lichtzahl umgekehrt zur Temperaturzahl. Die Lichtzahl verliert im Bereich der untersuchten Vegetation ihre Aussagekraft praktisch vollstandig. Dies hängt damit zusammen, dass schattige Standorte in der alpinen Stufe fast ausschliesslich mit rein alpinen Arten (mit den höchsten Lichtzahlen) besiedelt werden, während die warmen sonnigen südexponierten Hänge an der unteren Grenze der alpinen Stufe auch subalpine oder gar montane Arten, die teilweise auch in Wäldern vorkommen, beherbergen können. An diesen Hängen wirkt zudem der hohe Bewuchs (Zwergsträucher) auf viele Pflanzen beschattend. Aus diesen Gründen weist die Vegetation sonniger Hänge (Einheit 7) eine deutlich tiefere Lichtzahl auf als die Vegetation ausgesprochen schattiger Standorte (Einheiten 11b und 12).

Abbildung 9 zeigt ein mit der Korrespondenzanalyse berechnetes Aehnlichkeitsmodell der Vegetationsaufnahmen aufgrund ihrer acht mittleren Zeigerwerte. Dort kommt eine fast so feine Trennung der Vegetationsaufnahmen zustande wie bei Abb. 7. Durch die Reduktion der Anzahl der Variablen von über 100 (Arten) auf nur 8 (Zeigerwerte) scheint also keine wesentliche zur Unterscheidung der Vegetation erforderliche Information verloren gegangen zu sein. Zudem erlauben die Projektionen der einzelnen Zeigerwerte (s. Buchstaben in Abb. 9) einen, wenn auch mit Vorsicht vorzunehmenden direkten Rückschluss auf die Standortseigenschaften. Dabei ist zu beachten, dass diese Projektionen jeweils im Bereich der Vegetationsaufnahmen liegen, in denen der entsprechende Zeigerwert hoch ist. Demnach liegen in Abb. 9a und 9b die "feuchten" (und eher "ozeanischen") Vegetationsaufnahmen gegen den rechten, die "kontinentalen" (und eher "trockenen") Vegetationsaufnahmen gegen den linken Rand der Darstellung. Diese deutlich charakterisierten Vegetationsaufnahmen sind aufgrund der Zeigerwerte miteinander gradientartig verbunden, was aus der praktisch lückenlosen Vertretung von Vegetationsaufnahmen zwischen rechtem und linkem Rand der Abb. 9 hervorgeht.

Die Vegetationsaufnahmen relativ basenreicher Standorte sowie die Reaktionszahl ("R") werden von der Korrespondenzanalyse am deutlichsten auf der zweiten Achse getrennt. Sie liegen in Abb. 9b im untersten Drittel. Interessant scheint die Trennung der durch Windexposition und Bodenbewegung (s. Kap. 4.3.3) charakterisierten Einheiten 11 bzw. 12 auf der zweiten Achse (Abb. 9b, oben) sowie jene der Einheiten 11 und der ebenfalls windexponierten Einheit 10 auf der dritten Achse (Abb. 9a, oben) zu sein.

Abb. 9a (S. 58) und 9b (S. 59). Aehnlichkeitsmodell der Vegetationsaufnahmen aufgrund ihrer mittleren Zeigerwerte, berechnet mit der Korrespondenzanalyse. Vegetationsaufnahmen sind mit kleingedruckten Nummern, Zeigerwerte mit ihren Anfangsbuchstaben, Vegetationseinheiten mit grossgedruckten Nummern wiedergegeben. Die 33 Aufnahmen von Uebergangs- sowie Mischbeständen (gemäss Einteilung aus der Tabelle der Gesamtvegetation) wurden bei dieser Korrespondenzanalyse zwar berücksichtigt, hier aber nicht abgebildet. Auf die erste Achse entfallen 40%, auf die zweite 34%, auf die dritte noch 18% der Summe aller Eigenwerte. Für die ersten drei Achsen ergibt das die ausserordentlich hohe Summe von 92%. Bei der Betrachtung der Abbildung verfahre man ähnlich wie bei Abb. 7.


3. ACHSE
1. ACHSE
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
K
L
N
F
H
D
T


2. ACHSE
1. ACHSE
EINHEIT 1
EINHEIT 2
EINHEIT 3
EINHEIT 4
EINHEIT 5
EINHEIT 6
EINHEIT 7
EINHEIT 8
EINHEIT 9
EINHEIT 10
EINHEIT 11
EINHEIT 12
EINHEIT 13

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ordination der Vegetationsaufnahmen aufgrund der Artbestände, bzw. aufgrund der Zeigerwerte bei Verwendung der Korrespondenzanalyse eine gute Uebereinstimmung ergibt. Ebenfalls gut scheint die Uebereinstimmung der Zeigerwerte mit den bei jeder Aufnahmefläche notierten Standortsbeobachtungen zu sein (s. Kap. 4.2 und 4.3.3). Aus diesen Gründen scheint es mit zulässig, Standortsunterschiede aufgrund der Zeigerwerte aufzuzeigen. Allerdings dürfen die Beziehungen des Standorts zur Vegetation, die durch die Zeigerwerte ausgedrückt werden, nicht a priori als kausal angenommen werden (vgl. Kap. 4.2.2, S. 48).

4.3.3. *Standorte*

Die in Kap. 4.3.1 erwähnten und in Abb. 7 und 9 zum Ausdruck kommenden Vegetationsgradienten korrelieren mit der Dauer der Schneebedeckung (s. auch Kap. 4.2.2.1) und mit dem Muttergestein. Bei beiden Gradienten der basenarmen Standorte (Vegetationseinheiten 2 - 3 - 4b - 5 - 6 - 7 bzw. 2 - 3 - 4a - 13 - 12 - 11) nimmt die Dauer der Schneebedeckung von links nach rechts ab. Bei den Einheiten 2 und 3 verlaufen diese Gradienten vorerst noch gemeinsam, teilen sich dann aber bei Einheit 4. Beim ersten Gradienten hängt die weitere Abnahme der Schneebedeckungsdauer vor allem mit der zunehmenden Einstrahlung, beim zweiten hingegen mit der zunehmenden Windexposition oder Schneerutschen an Steilhängen zusammen. Lange Schneebedekkungszeiten entsprechen bei den Zeigerwerten einer hohen Feuchte- und tiefen Kontinentalitätszahl, kurze Schneebedeckungszeiten einer tiefen Feuchte- und einer hohen Kontinentalitätszahl.

Ein eigentlicher "Basengradient", der auf kontinuierlich ändernden $CaCO_3$-Gehalt im Boden zurückzuführen wäre, ist kaum vorhanden. Auch im Bereich der basenreicheren Standorte dürfte hauptsächlich die meist auf Windwirkung zurückzuführende unterschiedliche Dauer der Schneebedeckung eine vegetationsdifferenzierende Rolle spielen. Eigentliche kalkreiche Standorte (pH neutral oder basisch) wurden indessen in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt. Aehnlich wie der Basenfaktor führt auch die Bodenbewegung zu keiner Bildung eines eigenen Vegetationsgradienten. Die Bodenbewegung hängt lediglich mit der Differenzierung der Einheiten 11b

und 12 zusammen und ist wohl dafür verantwortlich, dass in diesen beiden Einheiten Charakterarten (es sind dies die Schuttpflanzen gemäss Kartierungsschlüssel 3) gewissermassen als Störung im Vegetationsgradienten auftreten (vgl. dazu Kap. 4.3.1).

In bezug auf das untersuchte Spektrum der Standorte besiedeln die durch Charakterarten (gemäss Kap. 4.3.1) gekennzeichneten, also weitgehend am Ende von Vegetationsgradienten liegenden Vegetationen "Extremstandorte". Diese sind entweder durch einen Standortsfaktor allein geprägt (z.B. durch sehr lange Schneebedeckungsdauer oder starke Windexposition) oder liegen am Rand des untersuchten Standortsspektrums (wie z.B. die warmen Hänge an der unteren Grenze der alpinen Stufe, Vegetationseinheit 7). Letztere Standorte könnten ihre extreme Stellung bei einer entsprechenden Erweiterung des untersuchten Standortsspektrums verlieren. Bezüglich physiologischen Anforderungen, die sie den sie besiedelnden Pflanzen stellen, sind sie nicht als extrem zu beurteilen. Als extrem in jeder Hinsicht dürften hingegen die Standorte der Einheiten 2 und 11 gelten, die nahe an der Verbreitungsgrenze der Phanerogamen-Gesellschaften liegen.

5. Kartierungsschlüssel und Vegetationskarte

5.1. *Kartierungsschlüssel*

Wie in Kap. 3.3.1. dargelegt, wurden ein Hauptschlüssel (Beilage 5) und drei (Teil-) Kartierungsschlüssel verwendet (Beilagen 6-8). Die berücksichtigten Vegetationseinheiten sind rein lokal gültig. Bezüglich Kartierung der alpinen Dolomitvegetation oberhalb Davos siehe VETTERLI (1981).

Der Hauptschlüssel wurde sowohl nach Standorten wie auch nach Artengruppen (Beilagen 5a bzw. 5b) ausgearbeitet. Dabei ist zu beachten, dass diese Artengruppen stark heterogen sind, d.h. aus Arten mit teilweise stark unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen bestehen. Diese Arten werden