

# Multivariate Analysen zur Synsystematik und Standortsökologie der Schneebodenvegetation (*Arabidetalia caeruleae*) in den Nördlichen Kalkalpen

Thorsten ENGLISCH





**Multivariate Analysen zur  
Synsystematik und Standortsökologie  
der Schneebodenvegetation  
(*Arabidetalia caeruleae*) in den  
Nördlichen Kalkalpen**

Thorsten ENGLISCH

---

**Stapfia 59**

ausgeliefert am  
5. Februar 1999



## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	1
<b>Vorwort</b> .....	5
<b>Einleitung</b> .....	7
Begriffliche Abgrenzung von Schneetälchen, Schneeböden und ihrer Vegetation und Literaturübersicht zur Syntaxonomie im System nach Braun-Blanquet.....	9
Syntaxonomische Konzepte.....	9
Syntaxonomische Übersicht zur alpinen Vegetation .....	12
Vegetationskundliche und Floristische Beschreibung der Schneeböden .....	16
Begriffliche Abklärung .....	16
Definition von Schneeböden.....	17
Das Untersuchungsgebiet.....	20
Geomorphologie der Alpen .....	21
Geologie und Topographie der Nördlichen Kalkalpen.....	25
Stratigraphie.....	26
Tektonik und Deckenbau .....	28
Geomorphologie .....	28
Vergletscherung im Eiszeitalter und der Alpenostrand .....	30
Verkarstung.....	32
Die Gebiete im einzelnen.....	35
Lechtaler Alpen.....	35
Dachsteingruppe.....	39
Höllengebirge.....	41
Schladminger Tauern .....	42
Hochschwab.....	43
Schneeberg .....	45
Boden und Bodenbildung .....	45
Klima .....	47
Phytogeographische Einteilung.....	53
Höhenstufen .....	55
Schneeböden als Standortstyp über Kalkgestein .....	56
<b>Methoden</b> .....	58
Vegetationskundliche Arbeitsmethoden – Datenerhebung in alpinen Gebieten.....	58
Jahreszeit der Vegetationsaufnahme.....	58
Flächenauswahl und Größe der Aufnahmefläche.....	58
Erhebung der floristischen Parameter.....	64
Erhebung der bestandscharakterisierenden und standortsökologischen Parameter .....	68
Literaturquellen.....	69
Datenverarbeitung und numerische Methoden .....	72
Eingabe und Verarbeitung der Daten, Computerprogramme .....	73

Datenanalyse .....	74
Die einzelnen Verfahren .....	78
Parameterfreie Prüfverfahren .....	78
Skalierung und Transformationen .....	79
Ranking .....	81
Zusammenhangsmaße .....	82
Klassifikationsverfahren .....	83
Ordinationsverfahren .....	87
Multidimensionale Skalierung (MDS) .....	91
Diskriminanzanalyse .....	92
Varianzanalyse .....	92
Regressionsanalyse .....	93
Zeigerwertanalysen .....	93
Ablaufschema der numerischen Analyse .....	96
Klassifikatorischer Ansatz .....	96
Gradientenanalytischer Ansatz .....	96
Endanalyse und Theorienbildung .....	97
Vegetationstheoretische Anmerkungen .....	97
Grundzüge und Konzepte der mitteleuropäischen Vegetationsgliederung .....	97
Höhere syntaxonomische Einheiten .....	98
„Verwandtschaft“ von Pflanzenbeständen .....	98
Syntaxonomische Nomenklatur .....	99
<b>Ergebnisse</b> .....	100
Datenanalyse und Klassifikation der Gesellschaften .....	101
Validierung der Gebietsanalyse .....	110
Clusteranalyse der Gesamtdaten .....	112
Literaturvergleich von Schuttfluren und Schneebodengesellschaften .....	116
Vorklassifikation der Literaturlaufnahmen .....	116
Clusteranalysen mit „random samples“ .....	118
Cluster-„Endanalyse“ .....	119
Ordinationsverfahren .....	121
Hauptkomponentenanalyse der ‚gruppierten Daten‘ .....	124
Hauptkomponentenanalyse der Zufallsauswahl („40%-random sample“) .....	125
Analyse einer Zufallsauswahl („15%-random sample“) mit multidimensionaler Skalierung .....	128
Analyse der Standorts- und Bestandsparameter sowie der Zeigerwerte und ihre Verknüpfung mit Ordinationsverfahren .....	133
Beschreibung der Standortparameter Höhe und Exposition .....	133
Zeigerwerte und direkte Gradientenanalyse .....	138
Indirekte Gradientenanalyse .....	149
Kanonische Korrelationsanalyse .....	153
<b>Diskussion</b> .....	157
Numerische Analyse und syntaxonomische Schlußfolgerungen .....	157
Die Pflanzengesellschaften .....	160
Thlaspiotum rotundifolii Jenny-Lips 1930 em. Zollitsch ex Lippert 1966 .....	161
Thlaspiotum rotundifolii Jenny-Lips 1930 .....	161

Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii ass. nov. prov. ....	161
Thlaspio-Rumicetum scutati ass. nov. prov. ....	162
Doronicetum grandiflori Thimm 1953.....	162
„Leontodontetum montani“ s. lat. ....	162
Saxifrago-Cerastietum latifoliae ass. nov. prov. ....	163
Arabis alpina-Saxifraga sedoides-Ges. ....	163
Saxifragetum hohenwartii Aich. 1933 .....	163
Saxifragetum moschatae Haderlapp 1982 (Art.5).....	164
Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges. ....	164
Cerastium carinthiacum-Juncus monanthos-Ges. ....	164
Veronico-Hutchinsietum Beguin 1972 .....	164
Arabidion caeruleae Braun-Blanquet 1926 em. Englisch hoc loco .....	164
Arabidetum caeruleae Braun-Blanquet 1918.....	165
Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae ass. nov. hoc loco .....	166
Rumici-Arabidetum caeruleae (Jenny-Lips 1930) Oberd. 1957.....	167
Campanulo pullae-Achilleetum clusianae Wendelberger et Englisch ass. nov. hoc loco .....	167
Saxifragetum stellaro-sedoidis ass. nov. hoc loco .....	168
Ranunculo traunfellneri-Festucetum nitidae ass. nov. hoc loco .....	169
Moosgesellschaften der Kalkschneeböden .....	169
Sanionia uncinata-Gesellschaften .....	170
Bryum elegans-Ptychodium plicatum-Ges. ....	170
Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris Englisch 1999.....	170
Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata-Ges. ....	170
Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii-Ges. ....	170
Cratoneuron filicinum-Cratoneuron commutatum-Ges. ....	170
Saxifraga androsacea-Pohlia obtusifolia-Ges. ....	171
Salici herbaceae-Arabidion caeruleae Englisch all. nov. hoc loco .....	171
Salici herbaceae-Arabidetum caeruleae ass. nov. hoc loco.....	171
Soldanello alpinae-Salicion retusae all. nov. ....	172
Homogyno discoloris-Salicetum retusae Aichinger 1933 .....	173
Salicetum retuso-reticulatae Braun-Blanquet 1926 .....	173
Diantho alpinae-Salicetum retusae ass. nov. hoc loco .....	173
Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae ass. nov. hoc loco .....	174
Potentillo dubiae-Homogynetum discoloris Aich. 1933.....	174
Salicion herbaceae .....	174
Salicetum herbaceae Rübel 1912 .....	175
Polytrichetum sexangularis Frey 1922.....	175
Salici herbaceae-Caricion lachenalii Beguin & Theurrillat 1982 .....	175
Nardo-Salicion herbaceae all. nov. hoc loco.....	176
Nardo-Gnaphalietum supini Bartsch & Bartsch ex Müller 1948.....	176
Luzuletum spadiceae Rübel 1912 .....	176
Caricetum foetidae Frey 1922.....	177
„Poion supinae“ .....	177
Poo-Cerastietum cerastoidis Söyriniki ex Oberd. 1957.....	177
Polytricho juniperini-Soldanelletum pusillae Lippert ex Englisch 1993 .....	177
Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae Wendelberger 1971 (Art.2b)...	178
Die Pflanzengesellschaften der Kalkschuttfluren und Schneeböden .....	178

<b>Zusammenfassung</b> .....	183
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	185
<b>Anhang</b> .....	203
Zeigerwerte nach Ellenberg .....	203
SPSS-Makros der Clusteranalysen.....	205
clu-simr.mac .....	207
clu-psim.mac.....	208
variance.mac .....	209

*„Mit jedem warmen Tage nimmt die Größe und Dichte der Schneeflecken ab, fortwährend vergrößert sich die grüne Fläche, aber noch immer sind die Wege, die das Schmelzwasser nimmt, vegetationslos, dunkel und düster, von Wasser bedeckt. Die Ränder dieser Rinnsale aber bekleidet ein dichter Kranz von Tausenden kleiner, violetter Blüten der *Primula integrifolia*, so daß sie mit einem violetten Striche markiert werden und es den Anschein hat, als ob ein Topograph alle Vertiefungen des Geländes zu seiner eigenen Belehrung mit violetter Farbe bezeichnet habe.“ BROCKMANN-JEROSCH 1907: 335)*

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit bietet eine erstmalige Übersicht über die subalpine und alpine Vegetation der Schuttfluren und Schneeböden im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen. Die Beschreibung und Gliederung der Vegetation folgt der pflanzensoziologischen Methode unter Anwendung numerischer Verfahren, einem Zweig der Vegetationsökologie, der als numerische Synsystematik zu bezeichnen ist.

Sie basiert auf einer Diplomarbeit, abgefasst an der Abteilung für Vegetationsökologie, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, beinhaltet darüberhinaus die zu einer gültigen Beschreibung der Gesellschaften notwendigen Typisierungen.

Ohne die tatkräftige Mithilfe zahlreicher Kolleginnen und Kollegen hätte diese Arbeit jedoch niemals durchgeführt und beendet werden können. Namentlich bedanken möchte ich mich vor allem bei:

Univ.-Doz. Dr. Gert Michael Steiner für die langjährige Betreuung des Themas, für die Korrektur dieser Arbeit und die zahlreichen, kritischen Kommentare;

Univ.-Prof. Mag. Dr. Georg Grabherr für die Möglichkeit, diese Arbeit an der Abteilung für Vegetationsökologie im Rahmen des Projektes der „Pflanzengesellschaften Österreichs“ zu beginnen, für wiederholte, kritische Diskussionen zu wesentlichen Fragen der Vegetationsökologie sowie der Möglichkeit seine umfassende Bibliothek zu nützen;

Univ.-Ass. Mag. Dr. Karl Reiter für die geduldige Annahme um computertechnische Probleme;

Univ.-Doz. Mag. Dr. Harald Zechmeister für die grundlegende Einführung in die Bryologie, seine immer wieder bereitwillige Hilfe bei der Bestimmung von Moosen und für zahlreiche wertvolle Literaturhinweise;

Mag. Dr. Elvira Hörandl für die Überlassung ihres umfangreichen, unveröffentlichten Aufnahmematerials aus dem Toten Gebirge und der Mooslisten zu den Standorten von *Draba sauteri* ebenso wie für die immer wieder gewährte Hilfe bei floristischen und idiotaxonomischen Problemen;

Emer. O. Prof. Gustav Wendelberger für die bereitwillige Überlassung der unveröffentlichten Daten aus den Erhebungen zu seiner Dachstein- und Rax-monographie;

Ao. Univ.-Prof. Dr. Harald Niklfeld, Univ.-Ass. Dr. W. Gutermann und Univ.-Ass. Dr. Luise Schratt-Ehrendorfer für die bereitwillige Auskunft zu floristischen und chorologischen Fragen;

Univ.-Prof. Dr. Theurillat für die Auskunft bezüglich synonymenklatorischer Probleme;

Mag. Mireille Schank für die Hilfe bei der Übersetzung französischer Publikationen und zahlreiche amüsante Nächte in den Bierbeisl'n von Wien;

Mag. Astrid Blab für die langwierige Bestimmung meiner Taraxacum-Aufsammlungen;

Mag. Holger Englisch für seine Unterstützung bei statistischen Problemen, das fortwährende und bohrende Interesse an der Fertigstellung der Arbeit und seiner Bereitwilligkeit diese Arbeit bis hin zum letzten Punkt korrekturzulesen;

Meiner Freundin und Lebensgefährtin Mag. Mary Unger für die Überarbeitung der Grafiken im Einleitungs- und Methodenteil sowie für die Liebe und Geduld, mit der sie mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit begleitete.

Univ.-Doz. Dr. Franz Speta danke ich ganz besonders für die Möglichkeit diese Arbeit in der Reihe „Stapfia“ in vollem Umfang drucken zu können.

## Einleitung

In Österreich als größtem Alpenland nehmen der alpine Vegetationskreis von der Fläche und der Vielfalt her naturgegeben einen breiten Raum ein (GRABHERR 1993). Die Pflanzengesellschaften lange schneebedeckter Standorte – egal ob schneebedonte, alpine Rasen, Schutt- oder Quellfluren – bilden reizvolle Flecken im Mosaik mit der zonalen alpinen Vegetation. Während die Vegetation der „Silikat-Schneetälchen“ schon lange bekannt, gut untersucht und zugleich syntaxonomisch gegliedert und typisiert ist, zählen Schneeböden (i. w. S.) über Kalk- und Dolomitböden zu jenen Vegetationstypen, denen meist wenig Beachtung in der vegetationskundlichen Arbeit geschenkt wird. Die Gründe dafür sind vielfältig.

Einerseits treten Schneeböden in Kalkgebieten bei weitem nicht so einheitlich und großflächig in Erscheinung, wie dies in den silikatischen Gebieten der zentralen Alpentteile der Fall ist. So bemerkt schon BROCKMANN-JEROSCH (1907: 341, 344), daß die Schneetälchenflora des Kalkes weniger häufig und auch nicht so deutlich und typisch wie die des Urgesteins ausgebildet ist. Dies wird auch bei der Durchsicht der mannigfaltigen Gebietsbeschreibungen der letzten 20 Jahre augenscheinlich, die kaum Wissenszuwächse für diesen Vegetationstyp gebracht und meist weniger als drei Gesellschaften auf Kalk beschrieben haben (z. B. PIGNATTI-WIKUS 1959, SONNLEITNER 1982, HARTL 1978, PEER 1980, SMETTAN 1981, HAUPT 1985, URBAN 1991). Stellvertretend für die wenigen Ausnahmen sei an dieser Stelle auf die Arbeiten von WENDELBERGER (1962) aus dem Dachsteingebiet, LIPPERT (1966) aus den Berchtesgadener Alpen und GREIMLER (1991) aus den Gesäusebergen verwiesen, deren Genauigkeit bei der Vegetationserfassung zu Hinweisen und Details für neue Pflanzengesellschaften geführt hat.

Andererseits kann geltend gemacht werden, daß die Vegetation der Kalkschneeböden oft in Durchmischung mit Schuttgesellschaften auftritt und den „klassischen“ Kriterien einer Vegetationsaufnahme – großflächiger und einheitlicher, homogener Standort – oft nicht Genüge getan werden kann. Erst jüngst unternahmen wenige Autoren das mühsame Unterfangen, die floristischen Komponenten der verschiedenen Standortsbereiche kleinflächig und im Detail zu bearbeiten und ihren Standortsfaktoren gegenüberzustellen (z. B. EVANS & FONDA 1990, KUDO & ITO 1992, SLANTON & AL. 1994, Woolgrove & WOODOM 1994, FERRARI & ROSSI 1995).

Durch die Einstellung der mitteleuropäischen Vegetationskunde, die immer nur auffällige Vegetationseinheiten mit hervorstechenden Artdominanzen, seltenen Arten oder bereits bekannte Gesellschaften darstellt, mit Aufnahmемaterial belegt und beschreibt, nimmt es nicht Wunder, daß die frühen Erkenntnisse zur Ökologie und Einnischung charakteristischer Schneebodenarten und -gesellschaften (vgl. BRAUN 1913, BRAUN-BLANQUET & JENNY 1926, GAMS 1927, JENNY-LIPS 1930) weitgehend verloren gingen oder in neueren Arbeiten zu wenig aussagekräftigen Wiederholungen mutierten.

Weiterhin fällt auf, daß österreichische Autoren lange Zeit kaum typenmonographisch gearbeitet haben – vgl. dagegen die neuesten Publikationen von STEINER (1992: *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* und *Oxycocco-Sphagnetea*), GRABHERR (1993, unveröff.: *Caricetea curvulae*), ELLMAUER (1994: *Molinio-Arrhenatheretea*) oder ZECHMEISTER & MUCINA (1994: *Montio-Cardaminetea*) –, zusammen mit der Kleinflächigkeit der Standorte wohl ein weiterer Grund für die mangelnde Beachtung der Vegetation von „Kalk-Schneeböden“.

Die zum Teil reichhaltige Moosartengarnitur ist nicht annähernd so gut bekannt, wie die vergleichbarer Silikatstandorte, wo großflächig und homogen ausgebildete Bestände frühzeitig zur Ausgliederung eigener *Moos-Schneetälchen* (vgl. KERNER 1863, BROCKMANN-JEROSCH 1907, BRAUN 1913) bzw. *moss heaths* (FRIES 1913, McVEAN 1964) und der Fassung charakteristischer Assoziationen geführt haben. Anders als in der Moorforschung und der Beschreibung von Quellfluren, wo die Beschäftigung mit der Moosflora einer viel längeren Tradition unterliegt und keine seriöse Bearbeitung umhin kommt, neben Phanerogamen auch die Kryptogamen zu erfassen, beschränken sich viele Autoren bei Einheiten kalkalpiner Vegetation von vornherein auf wenige, bekannte Arten oder führen summarische Kryptogamenlisten für das Gebiet an (z. B. PIGNATTI-WIKUS 1959, PACHERNEGG 1973; ähnlich auch STUEFER 1991 bei der Beschreibung seiner Silikat-Schneetälchen).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher zum einen mit einer umfangreichen Datensammlung die floristische und synökologische Vielfalt der Vegetation der Kalkschneeböden darzustellen, deren Standorte näher zu beschreiben und das Interesse auf den in sich heterogenen und schwer faßbaren Vegetationstyp zu lenken und so die viel diskutierte Unterscheidung zu Schuttfluren und alpinen Rasengesellschaften auf eine solide Basis zu stellen.

Zum anderen wurde es als ebenso wichtig erachtet, neuere Aspekte der vegetationsökologischen Arbeit bei der Verarbeitung des Aufnahmematerials zu berücksichtigen und das numerische Methodeninventar mit Rücksicht auf statistische Erfordernisse anzuwenden. Ohne biometrische Verfahren und numerische Analysen wäre die Fülle des Materials in dieser Form gar nicht bearbeitbar gewesen. Ihre Anwendung mit neuen Möglichkeiten der Datenbearbeitung und -darstellung, des Vergleiches und der Interpretation, wirft zugleich aber gewichtige Fragen zur Zuverlässigkeit dieser Methoden und ihrer „sauberer“, d. h. statistisch erlaubter Anwendung auf. Auch dies soll behandelt und im Kontext mit herkömmlichen Methoden der Tabellen- und Datenbearbeitung diskutiert werden.

Dem weit gestecktem Thema der vorliegenden Arbeit können die Ergebnisse sicherlich nicht in allen Punkten gerecht werden, doch erschien es notwendig, nicht nur die eigenen Beobachtungen darzustellen, sondern auch Synthesen aus Methoden und Gebietsbeschreibungen zu versuchen und die Mängel und Unzulänglichkeiten der Bearbeitung floristisch inhomogener Vegetationstypen aufzuzeigen sowie auf Lücken des Wissenstandes hinzuweisen.

So wurde der geographische Rahmen zu den Vegetationserhebungen nach anfänglichem Zögern auf das gesamte Gebiet der Nördlichen Kalkalpen ausgedehnt, mit dem Ansatz, vorhandene Arbeiten aus dem Raum zu nutzen, manchen Beschreibungen stichprobenartig nachzugehen und die eigene Datenerhebung in Gebieten mit vielversprechender Vegetationsvielfalt oder mit offensichtlicher Vernachlässigung vorzunehmen. Die Untersuchungsgebiete konzentrierten sich daher auf westlichste und östlichste Gebirgsgruppen der Nördlichen Kalkalpen (Lechtaler Alpen bzw. Schneeberg), sowie auf die Dachsteingruppe, ein Gebirgsmassiv mit großer Massenerhebung im mittleren Bereich der Nordostalpen, die Lücken dazwischen wurden durch einzelne Zusatzbegehungen geschlossen (Karwendel, Tennengebirge, Hochschwab, Schneeealpe) bzw. konnten durch Literaturangaben (z. B. HERTER 1990, EGGENSBERGER 1994, LIPPERT 1966, WEISKIRCHNER 1978, GREIMLER 1997) oder durch unveröffentlichte Daten (HÖRANDL: Totes Gebirge, WENDELBERGER: Dachstein und Raxalpe) abgedeckt werden.

Die Verzahnung der Vegetation der Kalkschneeböden mit anderen Vegetationstypen, insbesondere mit den subalpinen und alpinen Kalk- und Schieferschuttfluren, machte es notwendig, im Literaturvergleich zumindest ansatzweise auch diese Gesellschaften miteinzu-

beziehen, um die Verbindungen und die Schwerpunkte der einzelnen „floristischen Komponenten“ exakter und mit mehr Aussagekraft darstellen zu können. Vor allem bei den Schuttfluren, denen von Beginn der Arbeit an das meiste Interesse gegolten hat, dürfte die Vorgangsweise aufschlußreiche Resultate und Ergänzungen zu den bisher publizierten Arbeiten (z. B. ZOLLITSCH 1968, PIGNATTI & PIGNATTI 1984) bringen.

Aufgrund der Weitläufigkeit des Gebietes konnten manche wesentliche Standortfaktoren nur höchst unzureichend erfaßt werden. So mußte etwa darauf verzichtet werden, die vordergründig bedeutende Dauer der Schneebedeckung durch wiederholte Begehungen für jedes Gebiet und jede Gesellschaft jeweils im Detail festzustellen, ebenso fehlen bodenchemische Analysen mit Ausnahme von exemplarischen Messungen zur Bodenazidität. Schätzungen und ordinalskalierte Angaben sollten dennoch als ausreichend anerkannt werden. Dieser Mangel bezüglich standortsökologischer Erhebungen konnte zum Teil dadurch wettgemacht werden, daß die Standorte des Dachsteingebietes öfter und insgesamt über vier Vegetationsperioden hinweg besucht wurden, wodurch ein gewisser Grad an Kontinuität gewährleistet und Rückschlüsse über das Gebiet hinaus ermöglicht wurden. Der Umfang des erhobenen Aufnahmematerials und die zumindest lokal abgesicherte Übereinstimmung mit Standortdaten, zusammen mit der Verwendung von Daten aus der Literatur, sowie von geologischen, hydrologischen und klimatischen Daten, sollte die (kritische) Übertragung der Ergebnisse auf andere Gebiete rechtfertigen.

Nach den ersten Jahren der Geländearbeit folgten Tätigkeiten im Rahmen anderer Projekte, die es mir erst jetzt ermöglichen, die Arbeit zum Abschluß zu bringen. Wenngleich die Bearbeitung der Kryptogamen nicht für jedes Gebiet in der selben Genauigkeit durchgeführt werden konnte, wurde die Moos- und Flechten-Artengarnitur doch zu einem Großteil erfaßt, wodurch gehofft werden darf, mit dem vorliegenden Material zumindest wertvolle Anregungen gegeben zu haben. Um diese Zusammenstellung der Kalkschneeböden daher nicht weiter in einer Schublade ruhen zu lassen, und auch um Tabellen und Vegetationsaufnahmen ergänzend zu den „Pflanzengesellschaften Österreichs“ (vgl. ENGLISCH 1993, ENGLISCH & AL. 1993) verfügbar zu machen, sollen die Ergebnisse in dieser Form und trotz aller Bedenken publiziert werden.

### **Begriffliche Abgrenzung von Schneetälchen, Schneeböden und ihrer Vegetation und Literaturübersicht zur Syntaxonomie im System nach Braun-Blanquet**

#### **Syntaxonomische Konzepte**

Ausgangspunkt für die folgende Übersicht bildet die Einheit der *Arabidetalia caeruleae*, in der die Schneebodenvegetation über Karbonatstandorten als Ordnung im hierarchischen, syntaxonomischen System der Pflanzengesellschaften gefaßt wird (vgl. BRAUN-BLANQUET 1949). Die Standorte zeichnen sich durch skelettreiche Böden oder festgelegte bis schwach bewegte Schuttböden mit langer Schneebedeckung, in der Regel mehr als acht Monate, aus. Durch die lange Schneebedeckung bleibt der Boden meist gut durchfeuchtet, kann aber gegen Ende der Vegetationsperiode – im Gegensatz zu den meisten Gesellschaften über Silikatsubstraten – aufgrund der Durchlässigkeit des Karbonatgesteins auch stark austrocknen. Das Optimum ihres Vorkommens zeigen Kalkschneeböden in der (untern) alpinen Stufe der Kalkketten der Alpen und der Nord- und Ostkarpaten, wo sie als Pionier- und standörtlich bedingte Dauergesellschaften großflächige Mosaik mit Schuttfluren und Rasengesellschaften ausbilden können. In den Gebirgen Südeuropas (Pyrenäen,

Südkarpaten, Dinariden, Rhodopen, Balkan) finden sich zwar noch Kalkschneeböden mit charakteristischen Artenkombinationen und in eigenen Gesellschaften bzw. Verbänden, doch werden die Bestände zunehmend kleinflächiger und aufgrund geringerer Höhen, mangelnder Schneebedeckung und stärker wechselnden Feuchteverhältnissen von Rasen- und Schuttvegetation verdrängt. Wenngleich Autoren aus dem Ostalpenraum (v.a. MEISEL & AL. 1983, 1984, SCHIECHTL & AL. 1982, 1987) die Bindung an größere Höhen als Charakteristikum der Kalkschneeböden darstellten, finden sich die Gesellschaften durchaus schon in der subalpinen Stufe, wie aus den nachfolgenden Kapiteln deutlich werden wird.

Fassen BRAUN-BLANQUET (in BRAUN-BLANQUET & JENNY 1926) und ihm folgend PAWLOWSKI (1928), HORVAT (1931) und AICHINGER (1933) anfänglich die Kalkschneeböden noch zusammen mit den Kalkschuttfluren in einer Ordnung *Thlaspietalia rotundifolii* (orig.: „*Thlaspeetalia rotundifolii*“), stellt sie RÜBEL (1933) schon in eine eigene Ordnung (*Arabidetalia caeruleae*), die in der Folge in der Auffassung fast aller Autoren gleichbleibend mit den Silikatschneeböden (*Salicetalia herbaceae*) in der Klasse *Salicetea herbaceae* vereinigt werden, wie aus den Übersichten von BRAUN-BLANQUET & AL. (1947), BRAUN-BLANQUET (1949: Rätische Alpen), EGGLEER (1952: Ostalpen), AICHINGER (1963: Nordostalpen), HOLUB & AL. (1967: Tschechien und Slowakei), OBERDORFER (1967: Westdeutschland), RIVAS-MARTÍNEZ (1969: Pyrenäen), LAKUSIC (1970: südöstliche Dinariden), BÉGUIN (1972: Schweizer Jura), HORVAT & AL. (1974: Südosteuropa), RESMERITÁ (1976: Rumänische Karpaten), OBERDORFER (1977: Süddeutschland), PUSCARU-SOROCEANU & AL. (1977: Südkarpaten), PASSARGE (1978: Mitteleuropa), DIZDAREVIC & AL. (1979: Dinariden), SCHNEIDER-BINDER & VOIK (1979: Südkarpaten), MATUSZKIEWICZ (1980: Polen), PIGNATTI & PIGNATTI (1984: Kalkschuttgesellschaften der Südlichen Ostalpen), MUCINA & MAGLOCKÝ (1985: Slowakei), ELLENBERG (1986: Mitteleuropa), GRABHERR & POLATSCHKEK (1986: Vorarlberg), BRACKEL & SUCK (1987: Deutschland), WITTMANN & STROBL (1990: Salzburg), COLDEA (1991: Süd- und Ostkarpaten), GEHU (1992: Frankreich), MIREK & PIEKOS-MIRKOVA (1992: polnische Tatra) und POTT (1992: Deutschland) deutlich wird. Auch ZOLLITSCH (1966, 1968, 1969) stellt in seiner Monographie der alpinen Schuttfluren die *Arabidetalia caeruleae* aufgrund der floristischen Beziehungen zu den *Salicetea herbaceae*.

Trotz der Zuordnung zu den *Salicetea herbaceae* betonen zahlreiche Autoren die floristischen und standörtlichen Übereinstimmungen der Kalkschneeböden mit entsprechenden Schuttfluren. Als erster greift WENDELBERGER (1963) wieder das ursprüngliche Konzept auf und ordnet in seiner Übersicht der Pflanzengesellschaften der Rätischen Alpen die *Arabidetalia caeruleae* als länger schneebedeckte Ruhschuttfluren der Klasse der *Thlaspietea rotundifolii* zu. Auch WRABER (1970, 1971, 1978) betont die Unterschiede der Schneebodenvegetation über Kalk- bzw. Silikatsubstraten aus der Sicht der südöstlichen Kalkalpen und vereinigt die Verbände *Petasisation paradoxi*, *Thlaspion rotundifolii* und *Arabidion caeruleae* innerhalb der *Thlaspietalia rotundifolii* (wenngleich manche Gesellschaften wie das *Potentillo-Homogynetum discoloris* zum Verband der Silikatschneeböden und damit zu den *Salicetea herbaceae* vermitteln). DIERBEN (1984) gibt dann erstmals eine gesamteuropäische Begründung für diese Gliederung der höheren syntaxonomischen Einheiten der Schneebodenvegetation, ordnet die Kalkschneeböden jedoch als Verband den *Thlaspietalia rotundifolii* unter. ENGLISCH (1993) greift beim Vergleich der Schutt- und Schneebodengesellschaften Mitteleuropas dieses Konzept auf, nimmt die notwendigen und nach DIERBEN (1984) noch ausstehenden Typisierungen vor und legt eine Übersicht der Gesellschaften des Ostalpenraumes mit ihren diagnostischen Taxa vor (siehe

auch ENGLISCH & AL. 1993), woran sich aber nur wenige Autoren (z. B. POLDINI & MARTINI 1993, GREIMLER 1997) orientieren.

Ein ähnliches Bild der synsystematischen Unsicherheit bietet sich bei den schneebedonten Silikat-Schuttfluren der Karpaten (Verband Festucion pictae), deren Zuordnung zu den Salicetalia herbaceae (Klasse Salicetea herbaceae, z. B. MUCINA & MAGLOCKÝ 1985) oder zu den Androsacetalia alpinae (Klasse Thlaspietea rotundifolii, z. B. KRAJINA 1933, RESMERITÁ & AL. 1977) nach wie vor nicht einheitlich behandelt wird.

Die floristischen Affinitäten auch zu anderen Syntaxa höherer Ordnung wurden immer wieder betont (vgl. Abb. 1), vor allem die Beziehungen zu den alpinen Kalkmagerrasen bewogen Autoren von Arbeiten aus den östlichen Alpenrandgebieten dazu, die Einordnung des Arabidion caeruleae in die Elyno-Seslerietea (jetzt: Seslerietea albicantis) vorzuschlagen (HADERLAPP 1982: Steiner Alpen) oder bereits durchzuführen (WENDELBERGER 1971: Rax). In den südlichen Gebirgen der Balkanhalbinsel wird dies noch auffälliger (z. B. LAKUSIC 1966, 1970).

Nachstehende Tabelle (Tab. 1) gibt eine Übersicht der herkömmlichen Gliederung der Schneebodenvegetation im pflanzensoziologischen System und der floristisch nahestehenden Klassen in der Holarktis samt den untergeordneten Einheiten bis zu den Verbänden.

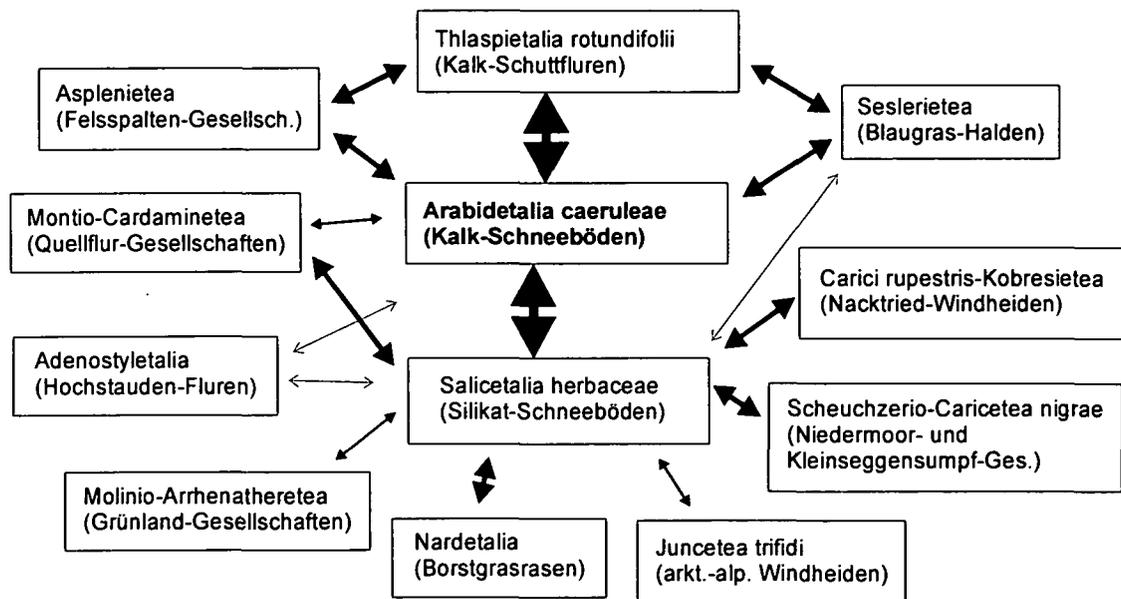


Abb. 1: Floristische Beziehungen zwischen Salicetea herbaceae und nahestehenden höheren syntaxonomischen Einheiten (nach DIERBEN 1984). Die Dicke der Pfeile symbolisiert die Stärke des floristischen Zusammenhangs.

Auffällig ist, daß bei aller Variation der Schuttfluren in Mittel- und Nordeuropa die Kalkschneeböden in den Alpen allein mit dem Verband Arabidion caeruleae beschrieben sind. Schließt sich in den Hochgebirgen Südosteuropas noch das Salicion retusae als weiterer Verband an, findet sich in den Skanden und der Arktis kein Pendant mehr zu den Arabidetalia caeruleae, was auf die fehlende, passende (kalk- bzw. basenreiche) Gesteinsunterlage zurückzuführen ist. Die Gesellschaften des Verbandes Arenarion norvegicae zeigen jedoch strukturelle und ökologische Ähnlichkeit.

Nicht unbedingt floristisch, aber standörtlich stehen die Salicetea herbaceae – Schneetälchen und Schneeböden über Silikatgesteinen mit den Salicetalia herbaceae als einzige Ordnung –

den Arabidetalia caeruleae am nächsten und sind von den Gebirgen der Iberischen und Balkan-Halbinsel bis nach Schottland, Skandinavien und der Arktis – wo sie ihre größte Entfaltung (mit zahlreichen Gesellschaften in mehreren Verbänden) zeigen – sowie im Kaukasus (ONIPCHENKO & AL. 1992, ONIPCHENKO & BLINNIKOV 1994) und im Ural (ISHBIRDIN & SOLOMESIN 1994) verbreitet. Selbst die Schneeböden der Colorado Rocky Mountains (KOMÁRKOVÁ 1979, 1980, 1981) werden noch den Salicetea herbaceae, wenngleich als eigene Ordnung, zugeordnet. Aus Klein- und Ostasien werden hingegen weitere nahestehende Klassen beschrieben (vgl. OHBA 1974: Geetea pentaphyllea, KLEIN 1982: Oxytropidetea persicae, Parolly 1995: Heldreichietea).

Tab. 1: *Synsystematische Übersicht der holarktischen Vegetation der Schneeböden und floristisch nahestehender Klassen* (umseitig).

## Syntaxonomische Übersicht zur alpinen Vegetation

Anmerkungen zu Tab. 1, zugleich Charakterisierung der relevanten Einheiten:

Die Klasse *Asplenieta trichomanis* umfaßt lückige Gesellschaften der Felsspalten und teilweise auch Felsbänder auf kalkreichen und kalkarmen Gesteinsunterlagen mit Hauptverbreitung in den großen mittel- und südeuropäischen Gebirgsketten. Der Bodenchemismus spiegelt sich in der Teilung der Klasse in drei Ordnungen wider: *Potentilletalia caulescentis* (mittel- und nordeuropäische Felsfluren basenreicher Standorte mit großem Arten- und Endemitenreichtum), *Tortulo-Cymbalarietalia* (artenarme Pioniergesellschaften des temperaten Europa auf Mauerfugen- sowie natürlichen Felsstandorten der planaren bis submontanen Stufe), und *Androsacetalia multiflorae* (süd-, mittel- und nordeuropäische Silikatfelsfluren). Die Gliederung auf Verbandsebene ist ein Ausdruck der historischen Entwicklung und Höhenstufendifferenzierung. In den *Cymbalario-Parietarietalia diffusae* werden Einheiten mit mediterraner Verbreitung (Iberische, Apenninische und Balkanische Halbinsel, Nordafrika, Kleinasien) zusammengefaßt, die sehr variabel sind und auch auf dem Assoziationsniveau eine hohe Anzahl von Kennarten enthalten. Besondere Bedeutung im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist den floristisch-ökologischen Beziehungen des *Arabidion caeruleae* und *Thlaspion rotundifolii* zum *Cystopteridion* (schattenliebende Kalkfels-Gesellschaften der subalpin-alpinen Stufe) bzw. den hochalpin-subnival verbreiteten Gesellschaften des *Potentillion caulescentis* beizumessen.

Die *Thlaspietalia rotundifolii* umfassen Standorte von Blockmeeren, Moränen und fluvio-

glazialen Schuttfeldern und sind in größeren Höhenlagen der süd- und mitteleuropäischen Gebirgen sowie weiten Bereichen der boreo-alpinen Stufe und der Arktis landschaftsprägend. Ähnlich wie innerhalb der *Asplenieta trichomanis* tritt eine deutliche Differenzierung nach dem Gesteins-Chemismus auf, die in Mitteleuropa zur Unterscheidung von drei Ordnungen der Hochlagen (*Androsacetalia alpinae*, *Drabetalia hoppeanae*, *Thlaspietalia rotundifolii*) und zwei der Tieflagen (*Epilobietalia fleischeri*, *Galio-Parietarietalia*) führt. Hier werden auch die Gesellschaften der Kalkschneeböden als Ordnung *Arabidetalia caeruleae* eingeordnet. Als Vikariante zu den alpsch-karpatischen *Thlaspietalia rotundifolii* tritt auf der Balkan-Halbinsel der Verband *Arabidetalia alpinae-flavescentis* in Erscheinung. Die schwachen floristischen Bindungen des *Arenarion norvegicae* Nordeuropas zu *Thlaspietalia rotundifolii* bzw. *Drabetalia hoppeanae* und das zunehmende Verschwimmen der Unterscheidung von Kalk-, Schiefer- und Silikatschutt könnte die Aufstellung einer eigenen Ordnung notwendig machen. Die floristische Heterogenität der Gesellschaften der Karpaten und Südeuropas macht sich in der uneinheitlichen Fassung zahlreicher Verbände (über Kalksubstraten z. B. *Papaverion tatrici*, *Peltarion alliaceae*, *Silenion marginatae*, *Papavero-Thymion*, *Iberidion spathulatae*) bemerkbar. In den mediterranen Hochgebirgen (Balkan, Kleinasien, Nordafrika) tritt die Klasse *Drypetea spinosae* in Erscheinung. Die Klasse *Dicentro-Stellarietalia japonicae* entspricht den europäischen *Thlaspietalia rotundifolii* in den Hochgebirgen am Japanischen und Ochotskischen

Kaukasus	Skandinavien	Arktis	Rocky Mountains	Ostasien	
					Feldstein
?	Potentilla caulescens			?	Kalk
	Cystopteridion				subalp-subniv subalp-humid montan
Tortula-Cymbalinetalia					
	Cymbalino-Asplenon			?	medt.-submontan
Androsacetalia multiformis					
?		Heuchero-Saxifragetalia		?	Silikat
		Heucheron bracteato-parvulae			alpin-subniv subalp-humid submontan-montan
?	Asplenon septentrionale				
Thlaspietalia rotundifolia					Schotthureu
?	Thlaspietalia rotundifolia				Kalk
	Arenarion norvegicae				alpin - (sub)niv montan-subalpin
	Gallo-Parietaretalia				(sub)montan
	Luzulion arcticae			Minuartietalia verno-japonicae	basenreiche Silikate
?	Androsacetalia alpinae	Aquilegio-Cirsietalia scopulorum		Saxifrago-Cerastiumetalia japonicae	basenarme Silikate
	Saxifrago stellaris-Oxyria dignae	Aquilegio-Cirsion scopulorum			alpin - subniv (sub)montan
	fehlen	Tritolo-Deschampsietalia		? fehlen	Kalkschneeböden
Salicetes herbaceae	Salicetes herbaceae			Geetes pentapetalae	Silikatschneeböden
Salicetalia herbaceae	Salicetalia herbaceae	Sibbaldo-Cancetalia pyrenaicae		?	
Sibbaldo procumbentis	Saxifrago-Ranunculus rivalis (inkl. Luzulion arcticae)				längere Schneebedeckung
	Cassiope-Salicion herbaceae (inkl. Polytrichion norvegici)	Sibbaldo-Cancion pyrenaicae		Faunon crista-galli	
				Phylodocion aleuticae	kurzere Schneebedeckung
	Caricetalia curvulae	?		fehlen	alpine Silikatrasen
?	Caricetalia curvulae				alpin-subniv subalp/mesoph
	Nardo-Cancion bigelovii				subalp-alpin/erophil
	fehlen weitgehend	?		fehlen	alpine Kalkrasen
					alpin-subniv subalp-alpin/trocken subalp-alpin/frisch
Carici-Bromiopsaletas	Carici rupestris-Kobresietalia bellardii	Carici rupestris-Kobresietalia bellardii		Carici rupestris-Kobresietalia bellardii	Nacktried- (Windkamm)Rasen
?	Kobresio-Orydetalia	Salicetalia polana	Kobresio-Cancetalia drummondii	Cancetalia tenuiformis	
				Angelicetalia genuflexae	Quellturen
?	Cratoneuron	Primulo-Cerastiumetalia		?	Kalk
	Cardaminio-Montion				Silikat
				Angelicetalia genuflexae	Niedermoore
		Pediculari-Cancetalia scopulorum		?	azidophytisch
		Pediculari-Cancion scopulorum			
	Caricetalia devaianae	Bistorto-Cancion capitata		?	besach
	Cancion devaianae				
	Cancion atrofuscusae-saxatilis				

	Pyrenäen	Massif Central	Jura	West-Alpen	Zentral-	Ost-Alpen	Süd-	Nord-	Apenin	Süd-	Nord-	Karpaten	Süd-	Dinariden	Süd-	Rhodopen	Balkan	Peloponnes	Sierra Nevada	Nordafrika				
Felsfluren	Asplenium trichomanes																							
Kalk	? Potentilla caulescens																							
subalp-subnival	Potentilla caulescens																							
subalp-humid	Saxifraga medea	Potentilla caulescens																	Potentilla speciosa	? Potentilla caulescens	? Potentilla caulescens			
montan	Cystopteris																							
medt-submontan	Cymbalaria-Parietaria diffusa	Parietaria judaeae	Torulo-Cymbalaria										Microseris pulegi	Caricion brachystachys	Centaureo-Campulideta				Cirsium chepseucei	Androsaceta petrarchaei und Androsaceta glandulosa				
	Polypodium serrata																							
	Cymbalaria-Asplenon																							
Silikat	Androsaceta mutifera																							
alpin-subnival	Androsaceta mutifera																							
subalp-humid	Hypno-Polypodium vulgare																							
submontan	Antirrhinum asinae	Asplenium septentrionale																	Silene lichenoides	? Hypno-Polypodium vulgare	Polygonum icarici			
Schotzfluren	Thlaspieta rotundifolia																							
Kalk	Thlaspieta rotundifolia																							
alpin-subnival	Iberidon spathulata	Thlaspi rotundifolia																	? Thlaspieta rotundifolia	Arabideta flavescens		Drypeta spinosa	Gaieteta roselli	
montan-subalp	Petasition paradoxii (inkl. Arabidon alpinae)																							
(sub)montan	Scrophularion juratensis	Galo-Parietaria officinalis																	Peltanion allatae	Silene marginata	?	?	?	
	Pimpinello-Gouffion	?	Leontodon hyoserioides	Sedum catemagrostis										Galeopsis segetum	Teucrium montani	Panetanion officinalis								
basenreiche Silikata	Drabeta hopenae																							
basenarme Silikata	Androsaceta alpinae	Androsaceta alpinae																	Polygonetalia alpina					
alpin-subnival	? Androsaceta alpinae	Androsaceta alpinae																	Veronica baumgartneri	Polio laxa				
(sub)montan	Senecion leucophyllae																							
	Allosuro-Athyrium alpestre																							
Kalkschneeböden	Arabideta caeruleae	Arabideta caeruleae																	Arabideta caeruleae (? Salicetalia rubrae)			?	?	
	? Arabideta caeruleae	Arabideta caeruleae																	Salicion rubrae					
Silikatschneeböden	Salicetalia herbaceae																							
	Salicetalia herbaceae																							
längere Schneebedeckung	Salicion herbaceae																							
kürzere Schneebedeckung	Salicion herbaceae	? Salicion herbaceae	Salicion herbaceae																	Ranuncion crenati		?	?	
	(Nardion strictae p. p.)																							
alpine Silikatrassen	Caricetalia curvulae																							
alpin-subnival	Caricetalia curvulae																							
subalp/mesophil	Nardo-Trifolion alpini	Nardion strictae																	Juncion trifidi	?	Seslerietalia comosae	Trifolietalia permissi		
	Festucetalia supinae																							
subalp-alpin/erophil	Festucion supinae	? Festucetalia supinae	Festucion variae																	Seslerion rigidae	Festucetalia supinae			Udo-Nardetalia
	Plantagnion thalackeri																							
	Trifolion humilis																							
alpine Kalkrassen	Seslerietalia albicans																							
alpin-subnival	Seslerietalia coeruleae																							
subalp-alpin/rocken	Caricion firmae																							
subalp-alpin/frisch	Seslerion coeruleae	Caricion ferruginei	Caricion austroalpinae	?	Seslerio-Asterion alpini	Festuco saxatilis-Seslerion bielzi	?	Edriandrio-Seslerion (inkl. Anthydo-Seslerion)	Seslerio-Festucion xanthiae	?	Stipo-Moricion	Xero-Acanthion	Arenarion purgantis											
	Caricetalia rupestris-Kobresietalia bellardii																							
Nacktblüed (Windkanten)Rasen	Oxytropido-Kobresietalia	Oxytropido-Kobresietalia																	Oxytropidetalia dnanicae					
Quellfluren	Morio-Cardaminetalia																							
Kalk	Morio-Cardaminetalia																							
Silikat	Cardamno-Moricion																							
	Epilobio nutants-Moricion	Epilobio-Moricion	Cardamno-Moricion																	Epilobio nutants-Moricion				
Niedermoore	Scheuchzeria-Caricetalia fuscae																							
azidophytisch	Caricetalia fuscae																							
	Caricion fuscae																							
basisch	Caricetalia davaianae																							
	Caricion davaianae																							
	? Caricion str.-sax.																							
	Caricion atrofuscum-saxatilis																							

Meer. Schwerpunktmäßig werden hier die Verbände der alpinen Kalkschuttfuren der Alpen und Karpaten (*Thlaspion rotundifolii*, *Papaverion tatrici*) behandelt, sowie deren Abgrenzung zu den von ZOLLITSCH (1968) hinreichend dargestellten Kalkschieferschuttfuren (*Drabion hoppeanae*). Das *Petasition paradoxo* – von dem die farnreichen Gesellschaften als Verband (*Arabidion alpinae*, vgl. VALACHOVIC 1990, 1995) oder Unterverband (*Arabidenion alpinae*, vgl. EGGENSBERGER 1994) abgetrennt werden – wird nur dort behandelt, wo subalpine Ausbildungen in Kontakt mit Gesellschaften des *Thlaspion rotundifolii* treten. Ebenso vernachlässigt werden die Verhältnisse der eigentlichen Silikatschuttfuren der alpinen Stufe (Verbände *Androsacion alpinae*, *Festucion pictae*, *Luzulion arcticae*, *Saxifrago stellaris-Oxyrion*, *Silenion lerchenfeldiana*, *Veronicion baumgartenii*). Im Vordergrund der Betrachtung stehen aber die Gesellschaften des *Arabidion caeruleae* (Verband der Kalkschneeböden), die in den höheren Gebirgen Mitteleuropas über entsprechend basen- und kalkreicher Unterlage entfaltet sind. Wie MUCINA & AL. (1990) treffend bemerken, „kann als generelles Phänomen gelten, daß die Kalkschneeböden in mehr vikariierende Einheiten gegliedert werden können, als die entsprechenden Silikatschneeböden“. Hoher Endemitenanteil über Kalksubstraten, höherer Artenreichtum, das Ausmaß und die Verbreitung von Kalksubstraten quer durch die Dinariden und die langandauernde Isolation der Berggipfeln können als wesentlichste Faktoren angesehen werden. Die floristische Differenzierung zwischen mittel- und südeuropäischen Kalkschneeböden macht sich in der Abtrennung des Verbandes *Salicion retusae* bemerkbar. Die *Salicetea herbaceae* – unter Ausschluß der Ordnung *Arabidetalia caeruleae* – umfassen Gesellschaften auf lange schneebedeckten Standorten in Mulden, Senken und ebenen bis flach geneigten Hängen der silikatischen Gebirge Europas und Nordamerikas, die optimal in der alpinen Stufe der nemoralen Zone bis in die mittlere Arktis ausgebildet sind und deren Böden besonders zur Zeit der Schneeschmelze von Staunässe geprägt sind (alpine *Pseudogleye*). Prägende Standortfaktoren sind die Dauer der Schneebedeckung, merklicher Schmelzwassereinfluß und neben der langanhaltenden Wassersättigung der Böden vielfach auch Kryoturbation und Solifluktion. Allgemein profitieren Bryophyten von den Standortbedingungen stärker als Phanerogamen oder Flechten. Die Gesellschaften der südlichen und mittleren Arktis sowie Skandinaviens stimmen floristisch weitgehend mit jenen vergleichbarer Lebensräume mitteleuro-

päischer Gebirge überein (DIERSCHKE 1996) und treten weiters auch gleichförmig bis in die südeuropäischen Hochgebirge auf (vgl. LAKUSIC 1966, 1970, SCHNEIDER-BINDER & VOIK 1979, RESMERITÁ 1976, MUCINA & AL. 1990). Im Gegensatz zu weiträumig landschaftsformenden „Schneeböden“ des Nordens sind dies hier jedoch nur kleinflächig entwickelte „Schneetälchen“. Im nordpazifischen Raum entsprechen die *Geetea pentapetalae* den europäischen Silikatschneeböden, die OHBA (1969, 1974) nach der Dauer der Vegetationsperiode in zwei Verbände untergliedert. Im Alpenraum werden Silikatschneeböden konventionell im Verband *Salicion herbaceae* als azidophile Dauergesellschaften mit einer Schneebedeckungsdauer von über (7) 8 Monaten zusammengefaßt. Die vorliegenden Ergebnisse machen es aber notwendig das *Nardo-Salicion herbaceae* mit dem *Nardo-Gnaphalietum supini* und *Luzuletum desvauxii* als subalpine Silikat-Schneebodengesellschaften zusammen mit Teilen des *Luzuletum spadiceae* dem *Salicion herbaceae* gegenüberzustellen. In den Skanden treten mit dem *Cassiopo-Salicion herbaceae* – von dem GJAEREVOLL (1956) noch reine Moosböden als *Polytrichion norvegici* abtrennt – und dem *Saxifrago-Ranunculion nivalis* weitere Verbände in Erscheinung, wobei vor allem in der boreo-alpinen Stufe durch Solifluktion und allgemein höhere Bodenfeuchtigkeit die Trennung zwischen Schuttfuren (*Androsacetalia alpinae*) und Schneeböden erheblich schwerer fällt als in den Alpen (DIERBEN 1984). Das *Ranunculion crenati* ist ein geographisches Analogon der balkanischen Gebirge und der Süd- und Ostkarpaten, dessen Abtrennung vom *Salicion herbaceae* mittlerweile hinreichend gesichert scheint. Im Kaukasus schließt sich das *Sibbaldion [procumbentis]* als eigener Verband an (ONIPCHENKO & AL. 1992, ONIPCHENKO 1994), während die Gesellschaften des Elburs-Gebirges im Iran (z. B. *Jurinellum frigidum*, *Erigeron elburensis*) bei ökologischen und physiognomischen Ähnlichkeiten bereits der Klasse *Oxytropidetea persicae* (Ordnung *Catabroselletalia parviflorae*) zugerechnet werden (KLEIN 1982). Im Mittelpunkt der großräumigen Betrachtung stehen jedoch die Übergänge des alpsch-karpatisch-pyrenäischen *Salicion herbaceae* zu Gesellschaften der Kalkschneeböden (*Arabidion caeruleae*), wie auch die Übergänge des *Salicetum herbaceae* zu Gesellschaften der (beweideten) Silikatmagerrasen eingehend untersucht werden.

Auf Kalksubstraten treten mit der Klasse *Seslerietea albicantis* in der subalpinen bis alpinen Stufe der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge vorwiegend zonale Gesellschaften in Erscheinung, die

als ökologische Vikarianten zu denen der *Caricetea curvulae* zu betrachten sind und enge floristische Beziehungen zu den circumboreal verbreiteten Nackt-ried-Windkantenrasen der Klasse *Carici rupestris-Kobresietea bellardi* aufweisen (vgl. OHBA 1974). Die Differenzierung innerhalb der Ordnung *Seslerietalia coeruleae* im Alpenraum in *Caricion firmae*, *Seslerion coeruleae* und *Caricion ferruginei* erfolgt nach Höhenlage und Tiefgründigkeit des Substrates (vgl. GRABHERR & AL. 1993 sowie die anschaulichen Darstellungen in REISIGL & KELLER 1987), der Verband *Caricion austroalpinae* strahlt von Süden in den Alpenraum ein und leitet zu den mannigfaltig gegliederten Einheiten der Iberischen und Balkan-Halbinsel über. Auf die Übergänge der Kalkschneeböden zu den Kalkmagerrasen wurde bereits hingewiesen. Besonders augenscheinlich und in der Literatur seit BRAUN-BLANQUET & JENNY (1926) oftmals dokumentiert wird dies beim *Salicetum retuso-reticulatae* und nahestehenden Gesellschaften (vgl. GERDOL & PICCOLI 1982, POLDINI & MARTINI 1993). Die zwergstrauchreichen Gesellschaften der Ordnung *Rhododendro-Ericetalia carneae* (in den Ostalpen der Verband *Ericion carneae*) können dagegen unberücksichtigt bleiben.

Die Gesellschaften der *Caricetea curvulae* – wozu auch die hochgelegenen *Nardus stricta*-Gesellschaften im Verband *Nardion strictae* zu stellen sind – bedecken als dichte Rasen karbonatfreie Substrate oder versauerte Böden der nemoralen und submediterran-mediterranen Hochgebirge Europas, Kleinasiens und Nordafrikas mit bestandsbildenden *Festuca*-, *Sesleria*- oder *Carex*-Arten (GRABHERR 1993). Die Florogenese macht sich in der Auftrennung in mehrere Ordnungen vor allem der südeuropäischen Hochgebirge (z. B. QUÉZEL 1953, 1964, HORVAT & AL. 1974) bemerkbar. Subalpine Standorte in Schneekumulationslagen dürften auch bei zurückgedrängter Waldvegetation die natürlichen Kerne der *Nardus*-Rasen sein (KNAPP 1960, OBERDORFER 1978). Auch die floristisch-ökologische Nähe des hygro-chionophilen Flügels der *Caricetea curvulae* (*Hygro-Caricetum curvulae*) zum *Salicion herbaceae* ist hervorstreichend.

Auch Quellfluren und Niedermoore (Klasse *Montio-Cardaminetea* bzw. *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*) zeigen vornehmlich Übergänge zu den Silikatschneeböden, wie auch aus der Aufstellung des Verbandes *Salici herbaceae-Caricion lachenalii* (vgl. BÉGUIN & THEURILLAT 1982) deutlich wird.

#### Index der vollständigen Namen der höheren Syntaxa zu Tab. 1:

*Felsspaltengesellschaften*: *Androsacetalia multiflorae* Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934, *Androsacetalia petrarchaei* Br.-Bl. et Meier 1934, *Androsaci-Drabion tomentosae* T. Wraber 1970, *Androsacion multiflorae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, *Antirrhinion asarinae* (Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934) Niklfeld 1962, *Asplenietea trichomanis* (Br.-Bl. et Meier 1934) Oberd. 1977, *Asplenion septentrionalis* Focquet 1982, *Campanulion versicoloris* Quézel 1967, *Caricion brachystachis* Horvat 1962, *Centaureo-Campanuletalia Trinajstic* 1980, *Cirsietalia chamaepeucei* Horvat in Horvat et al. 1974, *Cymbalario-Asplenion Segal* 1969 em. Mucina 1993, *Cymbalario-Parietarietea diffusae* Oberdorfer et al. 1967, *Cystopteridion Richard* 1972, *Edraiantho graminifolii-Erysimum comutatae* Mucina et al. 1990, *Gypsophilion petraeae* Borhidi et Pócs in Borhidi 1958, *Heucherio-Saxifragetalia Komárková* 1979, *Heucherion bracteato-parvifoliae* Komárková 1979, *Hypno-Polypodium vulgaris* Mucina 1993, *Micromerion croatica* Horvat 1931, *Micromerion pulegii* Buscaiu 1979, *Moehringion muscosae* Horvat et Horvatic in Horvat 1962, *Ononosmetalia frutescentis* Quézel 1964 ad interim, *Parietarietalia*

*muralis* Rivas-Martínez 1960, *Polypodion serrati* Br.-Bl. 1947, *Potentilletalia caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, *Potentilletalia speciosae* Quézel 1964, *Potentillion caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26, *Potentillion speciosae* Quézel 1964, *Ramondion nathaliae* Horvat ex Simon 1958, *Saxifragion mediae* Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934, *Silenion auriculatae* Quézel 1964, *Silenion lichenfeldianae* Horvat et Pawl. in Horvat 1949, *Silenion lichenfeldianae* Simon 1957, *Tortulo-Cymbalarietalia Segal* 1969.

*Schuttgesellschaften und Kalkschneeböden*: *Allosuro-Athyrium alpestris* Nordhagen 1936, *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, *Androsacion alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, *Aquilegia-Cirsietalia scopulorum* Komárková 1979, *Arabidenion alpinae* (Béguin ex Richard 1971) Eggensberger 1994<sup>1</sup>, *Arabidetalia caeruleae* Rübel ex Braun-Blanquet 1949, *Arabidetalia flavescentis* Lakusic ex Lakusic et al. 1979, *Arabidion alpinae* Béguin ex

<sup>1</sup>) Wird das *Arabidion alpinae* auf Verbandsebene vom *Petasition paradoxii* abgetrennt so lauten die vollständigen, korrekten Namen *Arabidion alpinae* Béguin ex Richard 1971 und *Petasition paradoxii* Zollitsch ex Lippert 1966 em. Béguin ex Richard 1971.

Richard 1971, Arabidion caeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Arenarion norvegicae Nordhagen 1935, Bunion alpini Lakusic 1970, Campanulion hawkinsoniana Quézel 1967, Dicro-stellarieta japonicae Ohba 1968, Drabetalia hoppeanae Zollitsch in Oberd. 1967, Drabion hoppeanae Zollitsch in Oberd. 1967, Drypetalia spinosae Quézel 1964, Drypetea spinosae Quézel 1964, Durin et Mullenders 1970, Epilobietalia Moor 1958, Festucion pictae Krajina 1933, Galeopsidion Oberd. 1957, Galio-Parietaria officinalis Boscaiu & al. 1966, Iberidion spathulatae Br.-Bl. 1948, Leontodontion hyoseroidis Duvigneud & al. 1970, Minuartietalia verno-japonicae Ohba 1968, Papaverion tatrici Pawl. 1928 corr. Valachovic 1995, Papavero-Thymion pulcherimi Pop 1968, Parietaria officinalis Ratiu et al. 1966, Peltarion alliaceae Horvatic 1957, Petasitenion paradoxo Eggenberger 1994, Petasition paradoxo Zollitsch ex Lippert 1966, Pimpinello-Gouffeion Br.-Bl. 1948, Poion laxae Lakusic et al. 1979, Polygonetalia alpini Lakusic et al. 1979, Salici herbaceae-Arabidion caeruleae Englisch all. nov., Salicetalia retusae Lakusic 1970, Salicion incanae Aichinger 1933, Salicion retusae Horvat 1949, Saxifragion prenjae Lakusic 1970, Saxifrago stellaris-Oxyrion digynae Gjarevoll 1950, Saxifrago-Cardaminetalia japonicae Ohba 1968, Scrophularion juratensis Béguin 1972, Silenion coesiae Quézel 1964, Silenion marginatae Lakusic 1970, Soldanello alpinae-Salicion retusae Englisch all. nov., Stipion calamagrostis Jenny-Lips ex Br.-Bl. et al. 1952, Teucrion montani Csürös 1958, Thlaspietalia rotundifolii Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 em. Oberd. et Seibert in Seibert 1977, Thlaspietalia rotundifolii Br.-Bl. 1948, Thlaspietalia stylosa Feoli-Chiapella et Feoli 1977, Veronicion baumgartenii Coldea 1991, Veronico-Papaverion degenii Mucina et al. 1990.

*Silikatschneeböden:* Cassiopo-Salicion herbaceae Nordhagen 1936, Catabroselletalia parviflorae Klein 1982 ad interim, Distichion capillacei Gjaerevoll 1956, Faurion crista-galli Ohba 1968, Geetea pentapetalae Miyawaki, Ohba et Okudo 1969, Luzulion arcticae (Nordh. 1936) Gjaerevoll 1950, Nardo-Salicion Englisch all. nov., Oxytropidetea persicae Klein 1982 ad interim, Phyllodocion aleutica Ohba 1968, Polytrichion norvegici Gjaerevoll 1956, Ranunculion crenati Lakusic 1966, Salicetalia herbaceae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Salicetea herbaceae Br.-Bl. 1948, Salici herbaceae-Caricion lachenalii Béguin et Theurillat 1982, Salicion herbaceae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Saxifrago-

Ranunculion nivalis Nordhagen 1943, Sibbaldio-Caricetalia pyrenaicae Komárková 1979, Sibbaldio-Caricion pyrenaicae Komárková 1979, Sibbaldion Rabotnov 1987, Trifolio-Deschampsietalia Komárková 1979.

*Kalkmagerrasen:* Anthyllo-Seslerion klusterskyi Simon 1957, Astragalo-Seslerion Quézel 1964, Caricion austroalpinae Sutter 1962, Caricion ferruginei G. Br.-Bl. et J. Br.-Bl. 1931, Caricion firmae Gams 1936, Crepidetalia dinaricae Lakusic 1966, Daphno-Festucetalia Quézel 1964, Daphno-Festucetea Quézel 1964, Dryadion octopetalae Kalliola 1939, Edraiantho-Seslerion Horvat 1949, Ericion carnea Rübél ex Grabherr et al. 1993, Erinacetalia Quézel 1953, Xero-Acanthion Quézel 1953, Galietalia roselli Quézel 1951, Arenarion pungentis Quézel 1953, Festucion pungentis Horvat 1930, Holcion coespitosi Quézel 1953, Festuco saxatilis-Seslerion bielzii (Pawl. et Walas 1949) Coldea 1984, Festuco-Knaution longifoliae Horvat in Horvat et al. 1974, Onobrychi-Seslerietalia Horvat 1949, Oxytropidion dinaricae Lakusic 1966, Rhododendro-Ericetalia carnea Grabherr et al. 1993, Salicetalia polaris Hartmann 1990 ad ubterun, Seslerietalia coeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Seslerietalia juncifoliae Horvat 1930, Seslerietea albicantis Oberd. 1978 corr. Oberd. 1990, Seslerio-Asterion alpini (Hadac 1962) Hadac 1969, Seslerio-Festucion xanthinae Horvat in Horvat et al. 1974, Seslerion coeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Seslerion juncifoliae Horvat 1930, Seslerion rigida Zolyomi 1939, Seslerion tatrae (Pawl. 1935) Klika 1955, Stipo-Morinion Quézel 1964.

*Silikatmagerrasen:* Agrostion schraderiana Grabherr 1993, Caricetalia curvulae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Caricetea curvulae Br.-Bl. 1948, Caricion curvulae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Festucetalia spadiceae Barbero 1970 em. Grabherr 1993, Festucion supinae Br.-Bl. 1948, Festucion varia Guinochet 1938, Jasionion orbiculatae Lakusic 1966, Juncion trifidi Krajina 1933, Nardion strictae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926, Nardo-Trifolion alpini Preising 1949, Plantaginion thalackeri Quézel 1953, Poion violaceae Horvat 1937, Potentillo-Nardion Simon 1957, Seslerietalia comosae Simon 1957, Seslerion comosae Horvat 1935, Trifolietalia parnassi Quézel 1964, Trifolion humilis Quézel 1953, Trifolietalia parnassi Quézel 1964, Trifolion parnassi Quézel 1964, Udo-Nardetalia Quézel 1953.

*Nacktriedwindkantenrasen:* Carici bushiorum-Bromiopsietea variaegatae Korotkov et al. 1991, Carici rupestris-Kobresietea bellardii Ohba 1974,

Caricion nardinae Nordhagen 1935, Kobresio-Caricetalia rupestris Komárková 1979, Kobresio-Caricion rupestris Komárková 1979, Kobresio-Dryadetalia (Br.-Bl. 1948) Ohba 1974, Oxytropido-Elynion Br.-Bl. 1948, Oxytropido-Kobresietalia Ohba 1974.

*Quellfluren*: Adiantion Br.-Bl. ex Horvatic 1939, Angelicetea genuflexae Ohba 1969, Cardamino-Montion Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 em.

Zechmeister 1993, Cratoneurion Koch 1928, Epilobionutantis-Montion Zechmeister 1993, Montio-Cardaminetea Br.-Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadac 1944 em Zechmeister 1993.

*Niedermoore*: Caricetalia davallianae Br.-Bl. 1949, Caricetalia fuscae Koch 1926 em. Klika 1934, Caricion atrofusco-saxatilis Nordhagen 1943, Caricion davallianae Klika 1934, Scheuchzerio-Caricetea fuscae R. Tx. 1937.

### **Vegetationskundliche und Floristische Beschreibung der Schneeböden**

Literatur zu Schneetälchen und Schneeböden findet sich seit den Anfängen der geobotanischen Forschung im Alpenraum. Besonders die Vegetation der „Schneeflecken“ über Silikatgesteinen wurden ein Anziehungspunkt für die Phytogeographie schon vor der Jahrhundertwende. Auch die wenigen neueren Arbeiten im Alpenraum, die sich speziell mit der Vegetation von Schneeböden beschäftigten, behandeln vorwiegend die von Silikatsubstraten (KNAPP 1960, BÉGUIN & THEURILLAT 1982, DIERBEN 1984, GRABNER 1989, TOMASELLI 1991). Zahlreiche Autoren, die sich mit Schuttvegetation auseinandersetzen, ließen die Einheiten der Arabidetalia caeruleae geflüßentlich außer acht (z. B. FRIEDEL 1935, ZOLLITSCH 1966, 1968, PIGNATTI & PIGNATTI 1984, VALACHOVIC 1990). In den oft in Form von Diplomarbeiten oder Dissertationen vorliegenden Gebietsmonographien aus dem Raum der Nordostalpen werden die schuttreichen Kalkschneeböden oft nicht behandelt oder mit nur wenigen Vegetationsaufnahmen belegt und kurzen Sätzen abgetan, so z. B. bei ZÖTTL (1951), SONNLEITNER (1982), RUTTNER (1994), oder ROITHINGER (1996). So schreiben auch SCHIECHTL & AL. (1987) für das Gebiet der Lechtaler und Allgäuer Alpen: „Entsprechend dem geringen Anteil an Erhebungen über 2500 m Höhe spielen Schneebodenfluren höchstens eine untergeordnete Rolle. Sie sind auf die hochgelegenen Karmulden beschränkt und durchwegs nur rudimentär ausgebildet.“ Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen, die Erforschung der Kalkschneeböden hinkt damit im Vergleich zur Vegetation der Silikatschneeböden deutlich nach. Ausnahmen bilden lediglich die Arbeiten von JENNY-LIPS (1930), WRABER (1970, 1971), GREIMLER (1991), HÖRANDL (1993), POLDINI & MARTINI (1993) und EGGENSBERGER (1994).

Spezialpublikationen aus den Pyrenäen oder den südosteuropäischen Gebirgen behandeln die Kalk- und Silikatschneeböden gleichwertig (z. B. RIVAS-MARTÍNEZ 1969, RESMERITÁ 1976, SCHNEIDER-BINDER & VOIK 1979, COLDEA 1985, SANDA & AL. 1988, MUCINA & AL. 1990), wobei die Gesellschaften dem Salicion retusae bzw. Ranunculion crenati zugeordnet werden (vgl. Tab. 1). Auf sie wird im Abschluß bei der Behandlung der einzelnen Syntaxa noch im Detail hingewiesen (vgl. Kap. „Diskussion“).

Große Anstrengungen zur Untersuchung der dort naturgemäß weiter und großflächig verbreiteten Schneeböden machten nordeuropäische Forscher, wie vor allem die Arbeiten von NORDHAGEN (1928, 1936, 1943) und GJAEREVOLL (1956) beweisen. Allerdings sind die Verhältnisse der skandinavischen Gebirge und der Arktis mit ihrer Vegetation v. a. in bezug auf Geologie und Geomorphologie nur bedingt auf den mitteleuropäischen Raum übertragbar (vgl. DIERSCHKE 1996).

### **Begriffliche Abklärung**

Der Begriff „S c h n e e t ä l c h e n“ wurde bereits früh von HEER (1835) geprägt und in der späteren Literatur fast ausschließlich mit den Gesellschaften des Salicion herbaceae verknüpft. Man versteht darunter von Schmelzwasser durchtränkte, schwach geneigte, ebene

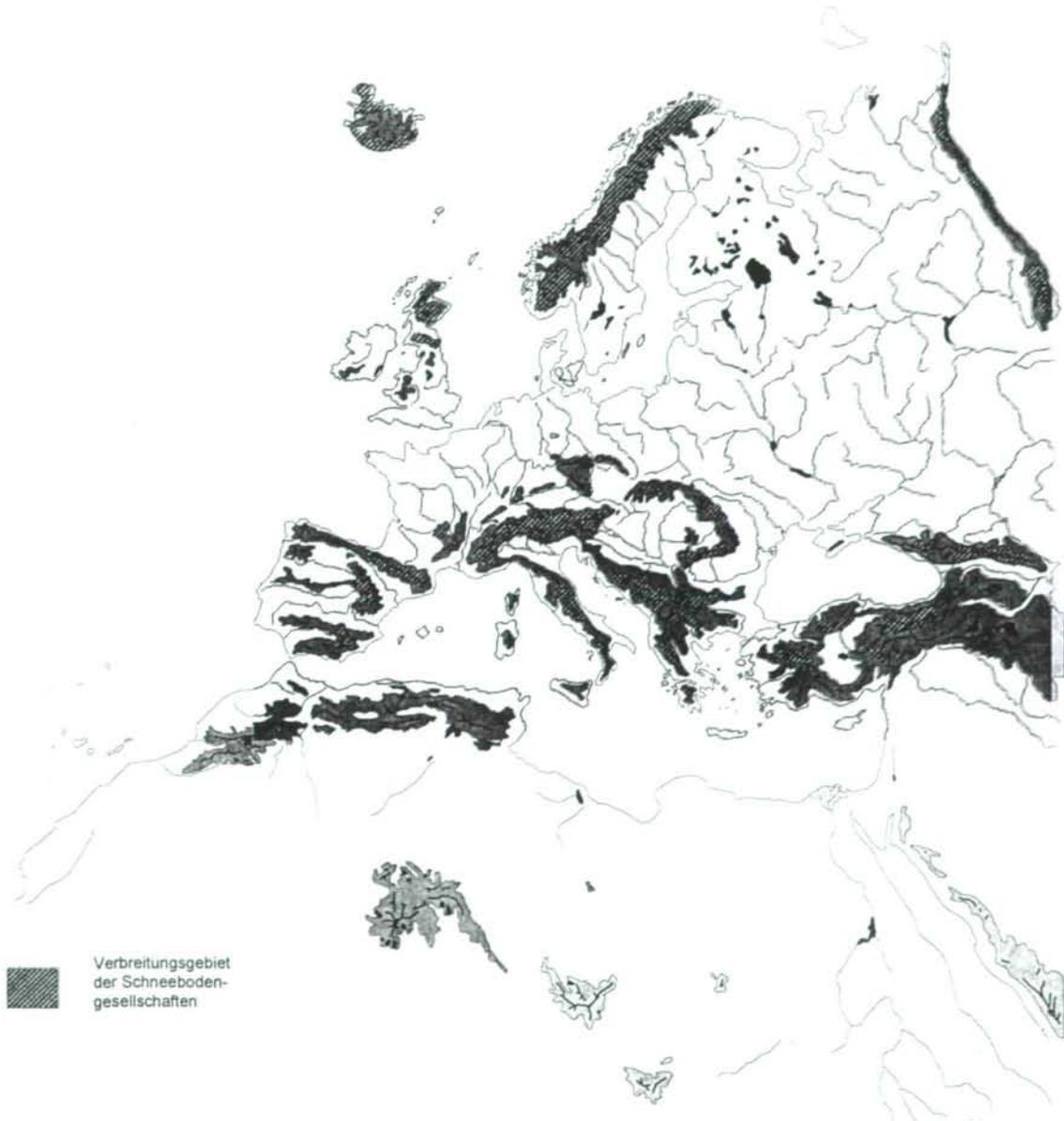
oder muldenförmige Stellen, die sich vor allem an Nordhängen oder sonst schattigen Stellen, oder auch auf den sandigen Feldern am Fuß der Schutthalden und auf Gletscherböden in der hochalpinen Stufe finden. Im Original liest sich das so: „Am meisten Schnee fanden wir immer an flachen Stellen, in muldenförmigen Vertiefungen, kleinen Tälchen. Während des Sommers löst sich ein großer Teil dieses Schnees in Wasser auf und verbreitet sich ringsum durch den Boden, denselben ganz mit Wasser tränkend. Diese Lokalität habe ich früher mit dem bei uns [Kt. Glarus] üblichen Namen Schneetälchen bezeichnet.“ (HEER 1835: 391). Die längste Schneebedeckung zeigen dabei Leber- und Laubmoosbestände; *Salix herbacea* verlangt eine längere Aperatur, mehr Wärme und weniger Feuchtigkeit. So gehört die von KERNER (1863) aufgestellte Formation des gletscherliebenden Widertons (*Polytrichum septentrionale*) hierher und ist zugleich – wenn auch in engerer Fassung – eine bis heute gültige Einheit des Salicion herbaceae, das Polytrichetum sexangularis. CHRIST (1879) reiht die Flora der „Schneetälchen und Schneemulden“ an die Frühlingsflora an, als später auftretende, „nachdem die Erde sich wirklich erwärmt und vom Überschuß des Eiswassers befreit hat“. STEBLER & SCHROETER (1892) haben den Bestandestypus als Schneetälchenrasen schärfer charakterisiert und mit 6 Nebentypen beschrieben, bevor mit BROCKMANN-JEROSCH (1907), RÜBEL (1912) und BRAUN (1913) die „klassische“ Pflanzensoziologie geboren wurde. Die Bedeutung der ungleichen Schneeverteilung ist besonders von den nordischen Pflanzengeographen frühzeitig erkannt worden. Im skandinavischen Fjell spricht WAHLENBERG (1813, 1852) von Tälchen und Gruben in denen der Schnee lange liegen bleibt („valleculas et foveas nive longius repleas“ – im norw. heute „snøleie vegetasjon“), JONSSON (1895) beschreibt nach DIERSCHKE (1996) die Schneeböden als „Dvaergpilvegetation“ (vgl. dazu auch FRIES 1913, KALLIOLA 1932, 1939, KALELA 1939 sowie GJAEREVOLL 1949, 1950, 1956). In die französische Literatur geht der Begriff des Schneetälchen als „combes à neige“ ein (oder länger: „combes à eaux provenues de la fonte des neiges“), im spanischen Sprachgebrauch wird üblicherweise von einer „vegetación de los ventisqueros“ gesprochen. Im Englischen hat sich nach längeren Diskussionen neben „snow valley“, „snow patch vegetation“ oder „snow-flush“ der Begriff „snow-bed vegetation“ durchgesetzt.

Mit dem Ausdruck „Schneebeden“ – fast ausschließlich dem geobotanischen Sprachgebrauch vorbehalten – wurde ein plastischer Oberbegriff für Standorte mit überdurchschnittlich langer Schneebedeckung ohne nähere Begrenzung hinsichtlich Relief, Bodentyp oder Vegetation geschaffen, der gleichermaßen die Schneetälchen über Silikat und die lange schneebedeckten Kalkschuttfuren bzw. Kalkrasen der mitteleuropäischen Gebirge, sowie die ausgedehnten Schneewiesen und Schuttschneebeden der Skanden und der Arktis umfaßt. Häufig – vor allem in der geobotanischen Literatur Schottlands und der Skanden – wird der Begriff auch auf schneebetonte Zwergstrauchheiden und moosreiche Grasheiden ausgedehnt. In der vorliegenden Arbeit sollen Schneebeden in eingeschränkterem Sinn behandelt werden. Die Charakterisierung erfolgt über standortsökologische und vegetationskundliche Kriterien, die Topographie (z. B. Mulden) für eine Definition mitzuberücksichtigen scheint wenig sinnvoll.

### **Definition von Schneebeden**

Mit **Schneebeden** wird in Folge jener Standort bezeichnet, der sich unabhängig vom Substrat und der Geländeform durch überdurchschnittlich lange Schneebedeckung auszeichnet, und von charakteristischer Vegetation der alpinen (seltener der oberen subalpinen bzw. subnivalen) Stufe geprägt wird, die einschichtig (bei reinen Mooschneebeden) oder zweischichtig ausgebildet ist. Bestände mit deutlich die Moos- oder Graminoiden-

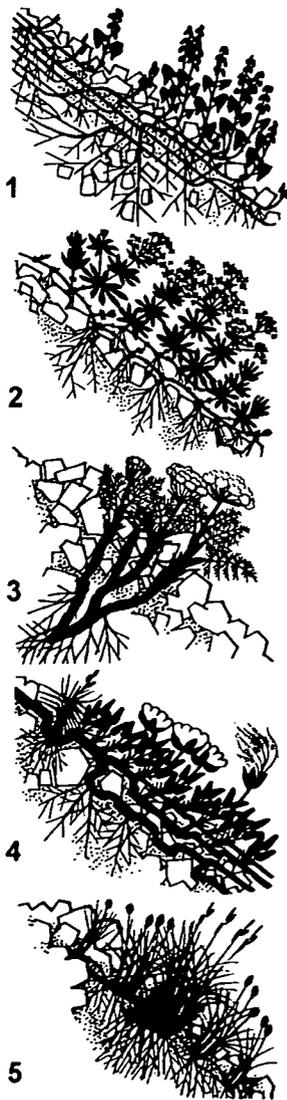
schicht überdeckenden Zwergsträuchern (in den Alpen chionophile Vaccinien-Heiden des Nardion, in borealen Gebirgen zwergstrauchreiche Gesellschaften des Nardo-Caricion *bigelowii* und alpine Heiden des Phyllodoco-Vaccinion) bzw. Hochstaudenbestände (z. B. hochwüchsige *Alchemilla*-Bestände des Adenostylion) sind nicht mehr als Schneeböden zu bezeichnen, da hier andere Standortsfaktoren wirksam sind. Die Verbreitung der solcherart charakterisierten Schneeböden ist für Europa übersichtsartig in *Abb. 2* dargestellt.



*Abb. 2: Verbreitung der Schneebodenvegetation der europäischen Gebirge, Nordafrikas und Kleinasiens und zugleich Darstellung der Lage der Alpen im europäischen Gebirgsraum. Grau unterlegte Gebiete stellen Gebirge über der 1000 m-Isophyse dar.*

In den Alpen deckt sich diese Definition weitgehend mit den bisher beschriebenen pflanzensoziologischen Einheiten des *Arabidion caeruleae* und *Salicion herbaceae*, mit Aus-

strahlungen in das *Thlaspion rotundifolii*, *Androsacion alpina* und *Drabion hoppeanae* (Schuttfluren über Kalk, Silikat bzw. basenreichen Schiefergesteinen), *Nardion* (hier vor allem die natürlich waldfreien Borstgrasrasen der oberen subalpinen und unteren alpinen Stufe betreffend), *Poion alpinae* und *Alchemillo-Poion supinae* (Milchkrautweiden, „Faxrasen“). Die Übergänge sind fließend und werden bei der Darstellung der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt. Da das Substrat der Kalkschneebodenvegetation vorwiegend Schuttböden sind, sei hier in aller Kürze auf die Einteilung der Schuttpflanzen (siehe *Abb. 3*) hingewiesen, die SCHROETER (1926) nach der Wuchsform und der Reaktion der Pflanzen auf Verschüttung vorgenommen hat (vgl. ELLENBERG 1986, der die Typen in drei Gruppen – passiv mitwandernde Arten, Schuttstauer und Schuttüberkriecher – zusammenfaßt). Die folgende Gruppierung lehnt sich an SCHROETER (1926) und REISIGL & KELLER (1987) an (Arten ergänzt nach DIERSCHKE 1996).



- Schuttwanderer (1) – Typus: *Trisetum distichophyllum*, mit verlängerten horizontalen oder aufsteigenden Kriechtrieben den Schutt durchspinnend; Gruppe mit den am engsten an den Schutt gebundenen Formen, die namentlich die Schutthalden der Kalk- und Dolomitberge besiedeln; vegetative Vermehrung durch Sproßwurzelbildung in erdigem Substrat; dazu auch: *Achillea atrata*, *Arenaria humifusa*, *Campanula cochleariifolia*, *Campanula cenisia*, *Chlorocrepis staticifolium*, *Festuca pulchella*, *Geum reptans*, *Gymnocarpium robertianum*, *Poa cenisia*, *Rumex scutatus*, *Stellaria crassipes*, *Thlaspi rotundifolium*, *Valeriana supina*, *Viola biflora*, *Viola calcarata*.
- Schuttüberkriecher (2) – Typus: *Linaria alpina*, mit schlaffen, oberirdisch beblätterten, von einem Punkt entspringenden und nicht wurzelnden Stängeln sich über den Schutt legend; den Übergang zu Schuttstreckkern bildend; dazu auch: *Arabis alpina*, *Arenaria biflora*, *Arenaria norvegica*, *Cerastium arcticum*, *Cerastium latifolium*, *Cerastium pedunculatum*, *Cerastium uniflorum*, *Galium megalopsermum*, *Saxifraga hypnoides*, *Silene vulgaris subsp. glareosa*.
- Schuttstreckker (3) – Typus: *Doronicum grandiflorum*, durch Verlängerung aufrechter Triebe und Blätter sich durch den Schutt arbeitend; dazu auch: *Cryptogramma crispa*, *Cystopteris fragilis*, *Doronicum glaciale*, *Dryopteris villarsii*, *Oxyria digyna*, *Rhodiola rosea*, *Rumex acetosa subsp. lapponica*, *Rumex nivalis*, *Sedum alpestre*.
- Schuttdecker (4) – Typus: *Saxifraga oppositifolia* (Rasendecken) und *Dryas octopetala* (Spaliere), den Schutt durch dichte Wurzelgeflechte festigend; dazu auch: *Gypsophyla repens*, *Saxifraga biflora*, *Saxifraga blepharophylla*, *Saxifraga rudolphiana*.
- Schuttstauer (5) – Typus: *Sesleria albicans*, mit kräftigen Triebbündeln oder Polstern sich dem Schutt entgegenstehend, bilden Hindernisse für den fließenden Schutt und werden so zu ersten ruhenden Inseln; dazu auch: *Agrostis alpina*, *Androsace alpina*, *Carex ferruginea*, *Crepis pygmaea*, *Crepis terglouensis*, *Draba spp.*, *Festuca pumila*, *Festuca pumila*, *Festuca richardsonii*, *Leontodon hispidus*, *Leontodon montanus*, *Luzula alpinopilosa*, *Papaver alpinum*-Gruppe, *Papaver radiculatum*, *Poa alpina*, *Poa flexuosa*, *Poa glauca*, *Poa laxa*, *Poa minor*, *Pritzelago alpina s. l.*, *Ranunculus glacialis*, *Ranunculus parnassifolius*, *Saxifraga androsacea*, *Saxifraga aphylla*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga sedoides*, *Trisetum spicatum*.

Abb. 3: Einteilung der Schuttpflanzen nach der Wuchsform (aus REISIGL & KELLER 1987).

Die Grundgliederung der Vegetation von Schneeböden wird von RÜBEL (1912), BRAUN (1913), LÜDI (1921) und FREY (1922) vorgenommen. Als ausschlaggebende Faktoren werden neben der Wasserversorgung namentlich die Dauer der Schneebedeckung, respektive die Kürze der Vegetationsperiode erwähnt. Die drei anfangs von BRAUN (1913) unterschiedenen Schneetälchenassoziationen über Silikatsubstraten – Lebermoos- (*Anthelietum*), Laubmoos- (*Polytrichetum*) und Blütenpflanzenschneetälchen (*Salicetum herbaceae*) – gruppieren sich in einer Reihe der Anforderungen an Wärme und Vegetationsdauer, wobei das *Anthelietum* die geringsten Ansprüche an Aperaturzeit, dagegen die höchsten an Wasserversorgung stellt und das *Salicetum herbaceae* am wenigsten Feuchtigkeit und die meiste Aperaturzeit verlangt (SCHROETER 1926).

Die Gruppierung von FREY (1922) umfaßt die *Anthelia*- und *Polytrichum sexangulare*-Assoziation mit extrem langer Schneebedeckung), die *Salix herbacea*-Assoziation mit drei nach abnehmender Schneebedeckung unterschiedenen Subtypen und die *Plantago alpina*-Subassoziation des *Salicetum herbaceae* mit der relativ kürzesten Schneebedeckung. Auch eine „Höhenfazies“ des *Carex fusca*-Sumpfes, die *Carex foetida*-Assoziation wird zu den Schneetälchen gerechnet.

Als tonangebend für die Schneetälchenflora auf Kalk wird bereits von BROCKMANN-JEROSCH (1907) die Weide *Salix retusa* erkannt. „Sie ist höher und auch an nordexponierten Halden gelegenen Schneetälchen oft nicht immer vorhanden und wir haben dann hie und da eine spärliche Flora, für die folgende Arten charakteristisch sind: *Arabis coerulea*, *Hutchinsia alpina*, *Saxifraga androsacea*, *Saxifraga stellaris*, *Achillea atrata*.“ (BROCKMANN-JEROSCH 1907: 344). Als weitere charakteristische Arten erwähnt SCHROETER (1926) unter anderen „*Carex atrata* subsp. *nigra* [= *Carex parviflora*], *Salix reticulata*, *Myosotis alpestris*, *Carex ornithopus* var. *elongata* [= *Carex ornithopodioides*] und *Gnaphalium hoppeanum*“ und gibt damit die Schilderung des zeitgleich von BRAUN-BLANQUET (1926) beschriebenen *Salicetum retuso-reticulatae*. Er erwähnt noch „*Rumex nivalis* und *Potentilla dubia* [= *Potentilla brauneana*]“ als Vertreter der Schneetälchenflora auf Kalk, die sich heute ebenso als Kennarten einer Assoziation (*Rumici-Arabidetum nivalis*) wiederfinden. Übereinstimmung herrschte unter allen Pflanzengeographen des beginnenden 20. Jahrhunderts jedenfalls darin, daß Kalkschneeböden weniger häufig sind und ihre Flora nicht den konstanten Charakter hat wie jene auf „Urgestein“ (z. B. RÜBEL 1912). So schreibt auch SCHROETER (1926: 645): „Weil die auf Urgestein lebenden Pflanzen viel geselliger und öfters bestandbildend sind als die Arten des Kalkes und weil zudem der Kalkboden als durchlässiger Untergrund die Ansammlung von Wasser – und dieses ist ja zur Bildung dieser Formation notwendig – nicht so leicht gestattet, ist die Schneetälchenflora des Kalkes weniger häufig und auch nicht so deutlich wie die des Urgesteins ausgebildet.“

### Das Untersuchungsgebiet

Die Nordostalpen mit vorgelagerter Flyschzone sind als geologische Einheit zu verstehen, die auch in pflanzengeographischer Hinsicht eine damit weitgehend übereinstimmende Abgrenzung aufweisen. Sie reichen in der West-Ost-Erstreckung vom Rhein bis zu den Abfällen des Wienerwaldes ins Wiener Becken, der Südrand wird durch eine Kette von Längstalern markiert, die im Westen mit dem Kloster- und Stanzertal beginnen (inkl. Nordteil des Rätikons), sich über das Inntal von Landeck bis Schwaz, das Gerlostal, das Salzachtal bis St. Johann im Pongau, die Wagreiner Höhe, das Ennstal, das Palten- und Liesingtal in die Mur-Mürzfurche bis zum Semmering fortsetzen und im Osten mit dem Schwarzatal im Wiener Becken ausstreichen. Der Nordrand kann geologisch mit Rand der Flyschzone gegen

die Molassezone hin gezogen werden und stellt zugleich den morpho-tektonischen Rand der Alpen dar. Aufgrund der Bindung der Schneeböden an größere Höhen liegen die möglichen und tatsächlichen Fundstellen dieser Vegetationstypen fast ausnahmslos in den Kalkhochalpen.

Die im einzelnen begangenen Gebiete sind in „Hauptgebiete“ – mit intensiveren Untersuchungen und zum Teil mehrfachen Begehungen (inkl. einer vollständigen Erfassung der Kryptogamen) – und „Nebengebiete“ – mit kürzeren Besuchen und stichprobenartigen Erhebungen – zu teilen (vgl. *Tab. 2*). Die (in der Literatur vorhandenen) große geographische Lücke der östlichen Nordalpengebiete durch Material vom Hochswab und Schneeberg sowie durch unveröffentlichte Aufnahmen geschlossen werden, die von E. HÖRANDL aus dem Toten Gebirge dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurden. Erhebungen in den Lechtaler Alpen, im Tennengebirge und im Höllengebirge und der Vergleich mit den entsprechenden Literaturdaten (HAUPT 1985, WEISKIRCHNER 1978, RETTENBACHER 1984 bzw. RUTTNER 1994) bestätigte die grundsätzlich schlechte Erhebungslage der Vegetation von Schuttfluren und Schneeböden auch in diesen Gebirgen. Außerhalb des geographischen Rahmens der Nordalpen wurden Vegetationsdaten aus dem Gebiet der Schladminger Tauern erhoben, um Struktur und floristische Ausstattung von Schneeböden in Zusammenhang mit geographischer Lage (das Gebiet liegt unmittelbar südlich des Dachsteinplateaus) bzw. geologischem Substrat und klimatischer Situation (zentralalpiner Einfluß) deutlich zu machen. Begehungen in den Südalpen – vor allem in den Karawanken, Julischen und Karnischen Alpen sowie den Lienzer und Südtiroler Dolomiten in den Jahren 1993 und 1995 ermöglichten eine bessere Einschätzung der Standortssituation von Schneeböden in diesen Gebieten und erlaubten eine Beurteilung der entsprechenden Literaturquellen (z. B. AICHINGER 1933, WIKUS 1958-61, WRABER 1970, 1971). Die geographische, geologische und klimatische Situation der Haupt-Untersuchungsgebiete wird in der folgenden Unterkapiteln im Detail beschrieben.

Tab. 2: Übersicht der begangenen Gebiete und Angaben zum Untersuchungszeitraum.

	„Hauptgebiete“	„Nebengebiete“
Nördliche Kalkalpen	Dachstein (1990-1993) Dürrenstein (1992) Hochswab (1992) Höllengebirge (1990) Lechtaler Alpen (1990-1991) Tennengebirge (1991) Schneeberg (1990)	Gesäuse (1990) Gosaukamm (1990) Karwendel (1991) Schneealpe (1990)
Zentralalpen	Schladminger Tauern (1991)	Deferegger Berge (1995) Goldberggruppe (1992) Schobergruppe (1992) Stubai Alpen (1994) Tuxer Alpen (1994) Zillertaler Alpen (1993-94)
Südliche Kalkalpen		Gailtaler Alpen (1993) Julische Alpen (1993) Karawanken (1993) Karnische Alpen (1993-94) Lienzer Dolomiten (1995) Pragser Dolomiten (1993, 1995)

### Geomorphologie der Alpen

Im Sinn einer vergleichenden Analyse scheint zu Beginn eine grobe Charakterisierung des Gebirgsraumes der Alpen notwendig (vgl. RICHTER 1974, TOLLMANN 1973, 1976, 1977,

1985, 1986, DEL-NEGRO 1977, FRANZ 1979, RATHJENS 1982, EMBLETON 1983, BARSCH & CAINE 1984, DONGUS 1984, ELLENBERG 1986, OZENDA 1988, WAGNER 1985, FINK 1993, NIKLFELD 1993).

Die Alpen präsentieren sich innerhalb des europäischen Teiles der Holarktis als Gebirge von interzonaler Lage zwischen dem nemoralen Zonobiom VI und dem mediterranen Zonobiom IV (vgl. WALTER 1976) und ist dadurch mit keinem anderen Gebirge der Erde vergleichbar (GRABHERR 1997). Der etwa 1200 km lange Alpenbogen beginnt im Westen mit unscharfer Grenze zum Apennin (wenngleich aus anderen geologischen Decken bestehend) am Giovißpaß nördlich von Genua und reicht im Osten bis ins Wiener Becken bzw. die Grazer Bucht. Im Südosten findet er seine Fortsetzung in den etwa zeitgleich sedimentierten und herausgehoben Dinariden und Gebirgen der Balkanhalbinsel (Abb. 4). Die Alpen sind aus der Geosynklinale der Tethys hervorgegangen (vgl. TOLLMANN 1977), welches die Nord- und Südkontinente seit dem Ober-Kambrium durch die Erdgeschichte immer wieder getrennt hat und deren Reste sich im heutigen Mittelmeer finden. Hebungen und Ferntransport (bis zu 120 km) von einzelnen Schubmassen in der Kreide und im frühen Tertiär (90-10 Mio. Jahre vor heute) begründeten den Bau der Alpen, die sich heute als kompliziert verschobenes und verfaltetes Deckengebirge präsentieren, dessen Hebungsprozesse nach wie vor andauern.

Eine Trennung von West- und Ostalpen begründet sich in den großen tektonischen Einheiten – in den Westalpen das autochthone „helvetische“ Deckensystem und die darauf aufgeschobenen penninischen Decken, in den Ostalpen das „ostalpine“ System – und wird entlang einer Linie gezogen, die Bodensee und Comersee über Liro Mera, Splügenpaß, Hinterrhein und Rhein verbindet.

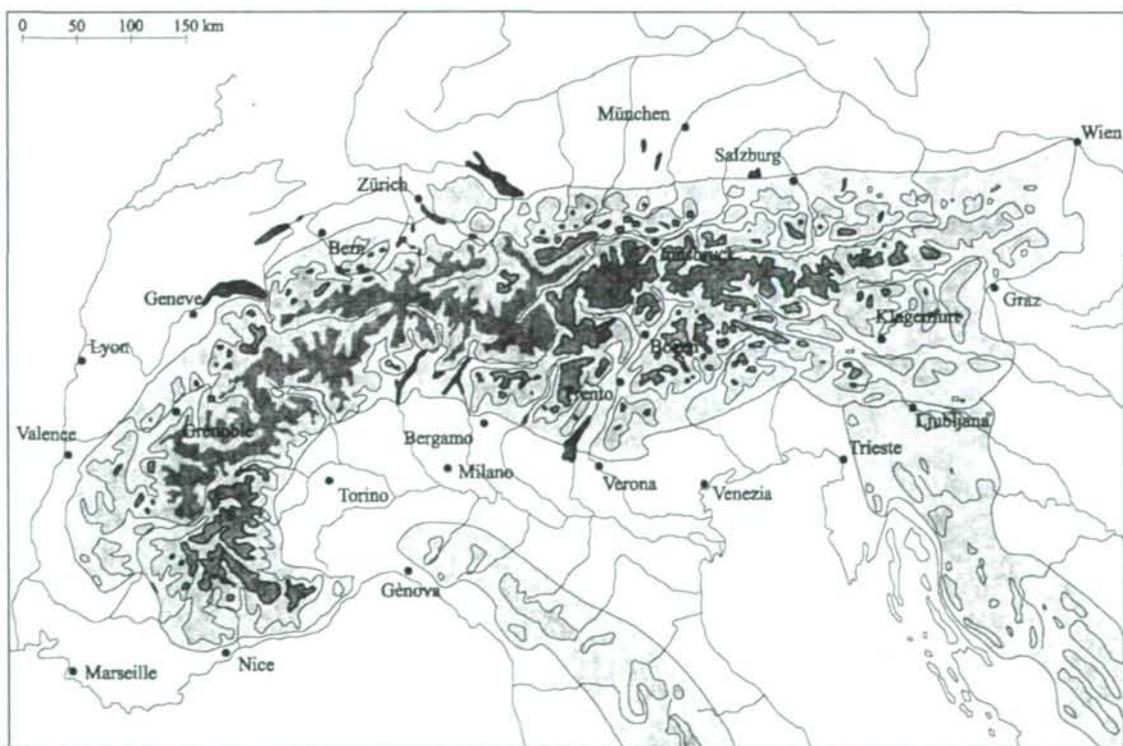


Abb. 4: Lage und Ausdehnung der Alpen (hellgrau) mit 1000 m und 2000 m-Isöhypse. Die (grau schattierten) Gebiete über 1000 m beschreiben recht gut den Umriss der Alpen, jene über 2000 m entsprechen grob der Zone oberhalb der Waldgrenze.

Die stark überschobenen und weit herausgehobenen Westalpen (mit zahlreichen Gipfeln über 4000 m) zeigen eine Asymmetrie mit steil abfallender Abdachung an der piemontesischen Innenseite des Alpenbogens und einer breiteren und flacher abfallenden Gebirgsrandzone an der französisch-westschweizerischen Außenseite. Diese äußeren – mit Ausnahme des Chablais und der Freiburger Alpen – vom Helvetikum und Dauphinois (helvetische Decken) gebildeten nordwestlichen Voralpen bestehen fast vollständig aus Kalkgestein. Sie zeigen in ihrem petrographischen Aufbau aus Gesteinen der Trias, Jura und Kreide noch Übereinstimmungen mit dem Französischen und Schweizer Jura. Die innere Untereinheit des Helvetikums setzt sich aus einer Reihe hochaufragender, kristalliner Gebirgsstöcke und mit zum Teil starker Vergletscherung zusammen, wie Glarner Alpen, Berner Alpen (Aar- und Gotthart-Massiv), Mont Blanc und Pelvoux. Sie sind aus Gneisen, Glimmerschiefer und granitischen Intrusiva aufgebaut.

Die darübergelagerten penninischen Decken sind kompliziert aufgebaut und mehrfach verschoben, die verschiedenen Gesteine oft eng verzahnt. Der westliche Deckenstirnbereich besteht aus karbonischen bis kretazischen Sandsteinen, Konglomeraten, Schiefeln und Kalken, der Ostteil aus penninischem Kristallin und metamorphen Bündner Schiefer (schistes lustrés). Gran Paradiso, Walliser Alpen, Tessiner Alpen, Adulagruppe und Rätische Alpen westlich der Linie Malojapaß–Churwalden–Küblis–Balzers werden von diesen Einheiten aufgebaut. Die Piz Bernina-Piz d'Err-Decke gehört dagegen bereits dem Unterostalpin an. Am Nordrand der penninischen Decke ist eine breite Verschuppungszone mit dem (Ultra)-Helvetikum ausgebildet.

Dem steht eine ausgeprägte Längssymmetrie innerhalb der Ostalpen gegenüber, die durch die geologischen und auch klimatischen Verhältnisse und der Gliederung in Nordalpen, Zentralalpen und Südalpen zum Ausdruck kommt. Die Ostalpen wurden weniger stark zusammengeschoben und aufgefaltet, was die Ursache für die um 1000-1500 m niedrigere Reliefenergie im Vergleich mit den Westalpen ist. Die Gebirgsketten weichen gegen den Ostrand auseinander und klingen am Alpenostrand in Mittelgebirgsformen geringerer Höhe aus (Bucklige Welt, Günser Berge).

Die Nordalpen weisen sowohl Mittel- als auch Hochgebirgsrelief auf, und werden südlich der vorgelagerten bzw. überschobenen Flyschzone (des penninischen Deckensystems) allgemein als Kalkvoralpen und Kalkhochalpen bezeichnet. Karbonate sind hier die Hauptgesteinsbildner. Die Vergletscherung ist auf kleine Gebiete mit Gipfelbereichen um 3000 m beschränkt, namentlich die Passeierspitze in den Lechtaler Alpen, der Hochkönigstock („Übergossene Alm“) und die Gletscher des Dachsteingebietes (die größten davon der Schladminger, Hallstätter und Gosauer Gletscher).

Zwischen dem Südrand der Kalkhochalpen und den kristallinen Zentralalpen liegt die Grauwackenzone, die aus paläozoischen Schiefeln besteht. Eisenerzer Alpen im Osten, Kitzbühler Alpen und Nordteile der Tuxer Alpen im Westen sind die markanteste Gebirgszüge größerer Höhen mit Böden und Vegetation der Silikatserie. Geomorphologisch stellen sie zugestufte Rumpftreppen und Schichtkämme mit Rücken, Graten und Karen dar.

Die „Nördliche Längstalfolge“ (s. o.) trennt die Nördlichen Kalkalpen bzw. Nördlichen Schieferalpen von den Ketten der Zentralalpen. Letztere sind von überwiegend kristallinem Gesteinsbestand, der im Westen von Paragneisen<sup>2</sup> dominiert wird. Im Bereich des Oberinntals („Engadiner Fenster“), zwischen Brenner und Katschbergpaß („Tauernfenster“) und kleinflächig im Wechselgebiet ist das Ostalpin durch erosive und denudative Prozesse abgetragen,

---

<sup>2</sup>) aus Sedimentgesteinen hervorgegangene Metamorphite.

die vollmetamorphisierten Gesteine des Penninikums mit Zentralgneiskernen und umgebender Schieferhülle treten zutage (vgl. Abb. 5).

Der komplizierter aufgebaute Ostteil besteht zum Teil aus Paragneisen (Deferegger Berge, Radstädter Tauern, Steirische Randgebirge), zum Teil aus Orthogneisen<sup>3</sup> (Seckauer Alpen, Gleinalpe, Fischbacher Alpe). Zwischen diesen Ketten sind kristalline und quarzreiche Phyllite in weiterer Verbreitung eingeschaltet (z. B. Kreuzeckgruppe, Hauptteil der Gurktaler Alpen, Schladminger und Wölzer Tauern), im Grazer Bergland und im Gebiet des oberen Murtales finden sich verkarstete paläozoische Kalke. Von den Rätischen Alpen bis zu den Hohen Tauern liegen die Gipffluren durchwegs über 3000 m und zeigen rezent eine starke Vergletscherung. Östlich des Radstädter Tauernpasses teilt sich der Zentralalpen-Hauptkamm und wird deutlich niedriger. Im südlichen Gebiet herrschen sanftere Geländeformen vor (Gurktaler Alpen, auch „Nockberge“ genannt), im Norden ziehen die Niederen Tauern in schroffen Ketten mit abnehmender Höhe zum Alpenostrand, wobei neben kristallinen Gesteinen vor allem in den Radstädter Tauern metamorphe Kalke und Dolomite anstehen.

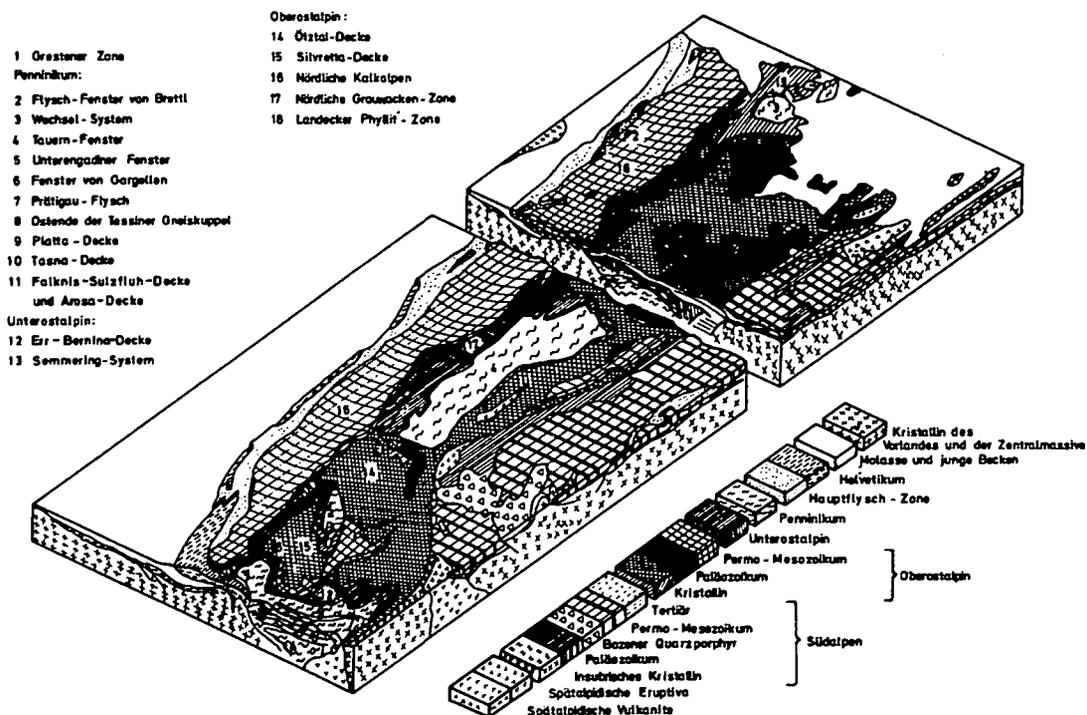


Abb. 5: Tektogramm der Ostalpen (aus RICHTER 1974, in Anlehnung an TOLLMANN 1963).

Die Zentralalpen vom Pelvoux bis zu den Hohen Tauern sind dem Landschaftstyp der stark zugefirsteten Hochgebirgs-Rumpftreppe (Grat-Hochgebirge) zuzurechnen. Verebnungsflächen blieben nur an Trogschultern und in Karen als glazial überprägte Geländeformen erhalten. In den Niederen Tauern treten mittelgebirgsähnliche Rumpftreppenformen mit geringer glazialer Überprägung auf.

Das Drautal als „Südliche Längstalfolge“ trennt die Zentralalpen von den Südalpen, wobei in geologisch-tektonischer Hinsicht die Lienzer Dolomiten und Gailtaler Alpen bis zur Villacher Alpe (Dobratsch) inkl. Hochobir und Petzen noch den zentralen, ostalpinen Decken zuzu-

<sup>3</sup>) aus Erstarrungsgesteinen hervorgegangene Metamorphite.

rechnen sind, während die Dolomiten, Karnischen Alpen und Karawanken den südalpinen Einheiten angehören, die eine Bewegung von der Periadriatischen Naht nach Süden mitmachten. Bis auf kleinere lokale Firnfelder in den Dolomiten und Julischen Alpen zeigen die Südalpen keine rezente Vergletscherung, weisen mit Höhen über 2000 m (Lienzer Dolomiten: Gr. Sandspitze 2772 m; Karnische Alpen: Hohe Warte 2780 m; Julische Alpen: Triglav 2863 m; Karawanken: Mittagskogel 2145 m, Hochstuhl 2237 m, Koschuta 2136 m; Steiner Alpen: Grintavec 2558 m) aber noch deutlichen Hochgebirgscharakter auf. Die Dolomiten präsentieren sich als hochaufragendes System von Gebirgsstöcken mit den höchsten Gipfeln über 3300 m.

Tab. 3: Die wichtigsten Gebirgsgruppen der Nördlichen Kalkhochalpen und die Höhen ihrer Hauptgipfel. Die höchsten Erhebungen der Kalkalpen finden sich in den westlichen Ketten der Allgäuer und Lechtaler Alpen und im mittleren Abschnitt im Dachsteingebirge.

Gebirgsgruppe	Gipfel	Höhe	Gebirgsgruppe	Gipfel	Höhe
Bregenzer Wald	Damülser Horn	2134 m	Totes Gebirge	Gr. Priel	2515 m
Allgäuer Alpen	Krottenkopf	2656 m	Warscheneck		2389 m
Lechtaler Alpen	Parseierspitze	3036 m	Sengengebirge	H. Nock	1963 m
Ammergauer Berge	Kreuzspitze	2185 m	Haller Mauern	Gr. Pyhrngas	2244 m
Mieminger Gebirge	Grießspitze	2759 m	Gesäuseberge	Hochtor	2369 m
Wettersteingebirge	Zugspitze	2968 m	Hochschwab	Hochschwab(spitze)	2277 m
Karwendel	Birgkarspitze	2749 m	Hochkar		1808 m
Wilder Kaiser	Ellmauer Halt	2344 m	Dürrenstein		1878 m
Leoganger Steinberge		2634 m	Kräuterin	Hochstadl	1919 m
Reiteralpe		2284 m	Ötscher		1893 m
Steinernes Meer	Schönfeldspitze	2655 m	Veitschalpe		1981 m
Berchtesgadener Alpen	Watzmann	2713 m	Schneealpe	Windberg	1903 m
Hochkönig		2941 m	Raxalpe	Heukuppe	2007 m
Hagengebirge	Riffkopf	2254 m	Schneeberg	Klosterwappen	2076 m
Untersberg		1972 m			
Tennengebirge	Bleikogel	2443 m			
Dachsteingebirge	Hoher Dachstein	2996 m			
Höllengebirge	Gr. Höllkogel	1862 m			

### Geologie und Topographie der Nördlichen Kalkalpen

Die autochthone Flyschzone mit Sandsteinen, Mergeln und Tonschiefer am Nordrand der Kalkalpen erreicht ihre größte Breite im Voralpengebiet Niederösterreichs mit Höhen unter 900 m. Im Westen – Bregenzer Wald und westliches Allgäu – ist sie z. T. durch die Decken des Helvetikums als tektonische Einheit der Westalpen überschoben, mit dem Hohen Ifen und dem Canisfluh werden – unter Beteiligung jura- und kreidezeitlicher Mergel sowie Schrätkalk – Gipfelhöhen von 2232 m bzw. 2047 m gebildet.

Der Großteil der Nördlichen Kalkalpen wird jedoch durch Decken des Oberostalpins aufgebaut, die bis zu 150 km verfrachtet und z. T. sogar vollständig über die penninischen und helvetischen Decken überschoben wurden, so daß südlich des Chiemsees Helvetikum und Flyschzone vollständig unter dem Bajuvarikum (s. u.) verschwinden.

Die nördliche Zone der Kalkvoralpen erreicht lediglich Höhen von 750 bis 1500 m und liegt somit bis auf wenige lokale Aufragungen (z. B. Osterhorngruppe) unter der natürlichen Waldgrenze. Die südlich daran anschließenden Kalkhochalpen mit einer schrofferen Formenwelt und Höhen bis 3000 m (vgl. Tab. 3) stellen das eigentliche Untersuchungsgebiet dar. Sie

treten im Westen vorwiegend als W-O-verlaufende Gebirgsketten, östlich der Tiroler Ache in Form einzelner Gebirgsstöcke beginnend mit den Loferer und Leoganger Steinbergen bis hin zum Rax-Schneeberg-Gebiet mit ausgedehnten Karsthochplateaus auf.

### **Stratigraphie**

Der oberostalpine Geosynklinalraum war trotz seiner Größe sehr einheitlich, wenn auch interne Faziesunterschiede bestehen. Die Gesteine setzen sich vor allem aus mesozoischen Sedimenten zusammen, welche sich in dem sich nach Norden vergrößernden Ablagerungsraum vom Beginn des Tertiärs an ablagerten (vgl. Tab. 4). Vom südalpinen Sedimentationsgebiet ist dieser Raum durch den „Zentralalpinen Rücken“ getrennt, der während der Trias wiederholt über den Meeresspiegel auftauchte und sich in der Stangalm-Serie mit Quarziten, Rauhacken, Dolomiten und Schwarzschiefern wiederfindet. In der Untertrias (Skyth) setzten sich vor allem Sedimente in Lagunen und im Schelfbereich ab, die als Werfener Schichten bezeichnet werden. In der Mitteltrias bildeten sich Reichenhaller Schichten, Muschelkalk und Partnachschiefer, die sich mit Wettersteinkalk – ein bis zu 1000 m mächtiger Riffkalk – faziell verzahnen. In der Ramsau bildete sich parallel zum Wettersteinkalk der Ramsaudolomit, eine 800 m mächtige Serie des Anis und Ladin. Über den Kalken und Dolomiten lagern Konglomerate, Schiefer und Schiefertone der mächtigen Raibler Schichten (Cardita-Schichten im Liegenden, Torer Schichten im Hangenden) und Lunzer Sandsteine am Alpennordrand.

Mit Beginn des Nor (Obertrias) kehren dickbankige Kalke und Dolomite wieder, die (zusammen mit Wettersteinkalk und Ramsaudolomit) eine Gliederung in eine westliche und eine östliche Faziesgruppe erlauben (vgl. *Abb. 6*). Vorwiegend im Westen bildet der Hauptdolomit – primärer Dolomit oder dolomitierter Kalzit aus Schlammkalken – massive Gebirgsstöcke, die höchsten und jüngsten Partien sind oft kalkig und werden als „Plattenkalk“ bezeichnet. Im Rät sedimentierten mergelige Kössener Schichten, verzahnt mit wenig gebankten bis massigen Oolithenkalken des Rät bis Lias (Hauptdolomitfazies). Nach Osten geht das Sediment des Nor in eine Fazies des Tiefenwassers – den Dachsteinkalk – über.

Das Riffgestein baute sich bis in das Rät fort und bildet in der Dachstein- und Höllengebirgsdecke die Gebirgsstöcke von Reiteralpe, Steinernem Meer, Dachstein, Höllengebirge und Totem Gebirge (Dachsteinkalkfazies). In den Becken zwischen den Riffen setzten sich die foraminiferenreichen Hallstätter Kalke ab (Hallstätter Fazies). Im Rät folgten Ablagerung von Kössener Schichten, verzahnt mit wenig gebankten bis massigen Oolithenkalke des Rät bis Lias (in der Hauptdolomitfazies) bzw. Zlambachschiefer (in der Hallstätter Fazies).

Vor allem in der westlichen Faziesgruppe sedimentierten mächtige Mergel und Mergelkalke, die als dunkelgebänderte Fleckenmergel (Allgäuschichten) die breiten und rundrückigen „Grasberge“ der Allgäuer Alpen aufbauen. Kieselsäurehaltige Radiolarite folgten im Callovien (spätes Dogger) als Sedimente des erneut abgesenkten ostalpinen Troges mit gleichmäßig dünngeschichteten Hornstein-Lagen.

Vom Malm (obere Jura) bis zur Unterkreide bildeten sich Aptychenkalke im zunehmend flacher werdenden nördlichen Trog, in den jüngeren Schichten nimmt der Mergelgehalt zu, die kalkigen Sedimente werden von tonreicheren Neokom-Aptychenschichten und –Fleckenmergeln abgelöst, im Cenoman folgen kalkarme Buntsandsteine und Konglomerate. (In den Südalpen bildeten sich zeitgleich dickbankige Biancone-Kalke.)

Tab. 4: Schichtenfolge des Oberostalpinen in den Nördlichen Kalkalpen in Gegenüberstellung zum Südalpin (nach RICHTER 1974, DEL-NEGRO 1977 und TOLLMANN 1985). Die vorpermischen Serien sind weggelassen, da sie in den Nordostalpen praktisch fehlen. Für Sedimente mit mehr als 250 m Mächtigkeit sind Meterangaben (Zahlen in Klammer) ergänzt.

Geologische Epoche		Nordalpen			Südalpen
		Hauptdolomit-Fazies	Dachsteinkalk-Fazies	Hallstätter Fazies	
Tertiär	Eozän	Eozän des Reichenhaller Beckens			Flysch (600 m)
	Thanet und Dan	Zwieselalm (500 m)			
Kreide	Maastricht	Nierentaler Schichten (400 m)			Scaglia (350 m)
	Campan	Obere Gosau			
	Santon	Mittlere Gosau (300 m)			
	Coniac	Untere Gosau (700 m)			
	Turon und Cenoman (Alb)	Sandstein, Konglomerate, Kreideschiefer (300 m)	Sandsteine, Konglomerate		Biancone/Majolica (400 m)
	Apt, Barrême, Hauterive, Valdis	Aptychenschichten z. T. basische Eruptiva (Ehrwaldite)			
Jura	Malm	Radiolarite Spatkalk-Schichten Obere Allgäuschichten Mittlere Allgäuschichten Obere Ältere Allgäu-Sch. Stufenkalk (10-1000 m) Untere Ältere Allgäu-Sch. Roter Basiskalk	Plassenkalk Radiolarite		Radiolarite
	Dogger		Fleckenmergel Hierlatzkalk Adneter Kalk		
	Lias				knollige Ammonitenkalke Graue Kieselkalke (3000 m) Crinoidenkalke und Dolomitreccien
Trias	Rät	Kössener Schichten (400 m) Rätkalke	Dachsteinkalk	Zlambachschiefer	Grauer Dolomit
	Nor	Plattenkalk	Dachsteinkalk und -dolomit (1000 m) Cardita Schichten	Hallstätter Kalke	Dachsteinkalk und -dolomit (1000 m) Raibler Schichten (400 m)
	Karn	Hauptdolomit (600 m) Raibler Schichten (500 m) Opponitzer Kalk, Lunzer Schichten			
	Ladin	Wettersteinkalk (1000 m) Partnach-Schichten	Ramsaudolomit (800 m) (Wettersteinkalk)	meist rote	Ramsaudolomit Tuffe und Laven
	Anis	Gutensteiner Kalk Muschelkalk (300 m) Reichenhaller Schichten (500 m)	Ramsau-Dolomit Gutensteiner Kalk und Dolomit	Kalke und Dolomite	Mendel-Dolomit
	Skyth	Werfener Schichten Buntsandstein	Rauhacke Werfener Schichten (500 m)	Haselgebirge undn	Campiler Schichten Seiser Schichten
Perm	Zechstein und Rotliegendes	Haselgebirge	Prebichlschichten	Werfener Schichte	Grödner Sandstein

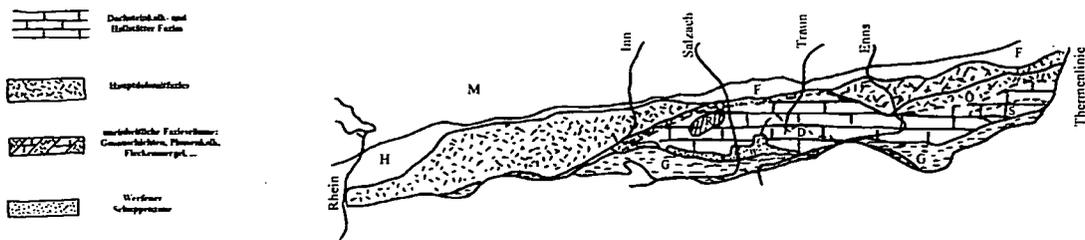


Abb. 6: Bauplan und Faziesverteilung der Nördlichen Kalkalpen (nach DEL-NEGRO 1977 und TOLLMANN 1985, vereinfacht). F ... Flysch, G ... Grauwacke, H ... Helvetikum, M ... Molasse; D... Dachsteindecke, Ö ... Ötscherdecke, S ... Schneebergdecke.

### Tektonik und Deckenbau

In der vorgosauischen Tektonogenese des Mittel-Alb (am Ende der Unterkreide, ca. 110 Mio Jahre vor heute) bis Oberturon (ca. 92 Mio. Jahre) traten erstmals stärkere tektonische Deformationen ein. Vor allem der Ostabschnitt der Ostalpen ist betroffen. Die Faltungen setzten sich in unterschiedlicher Intensität und räumlich höchst ungleich bis in das Ober-Campan fort (Intra-gosauische Phase, ca. 80 Mio. Jahre), große Teile der Ostalpen wurden landfest. Neben der Hebung wurden Teile des oberostalpinen Sockels nach Norden auf Unterostalpin und Penninikum überschoben (der südalpine Trog wird zwar verkleinert, bleibt aber weiterhin bestehen). Teilweise Absenkungen in der mittleren Oberkreide hatten erneute Überflutungen zur Folge, was zur Bildung mehrerer eigenständigen Oberkreidebecken führte (worin die Gosaufazies mit Ablagerungen des herausgehobenen Altkristallins sedimentierten). Im oberen Paläozän und unteren Eozän wurden nach den Überflutungen weite Teile der Nördlichen Kalkalpen landfest, die fortlaufende Überschiebung führte zur fast vollständigen Bedeckung des Penninikums. Mit dem Ende des Eozäns endete die marine Sedimentation, mit zunehmender Hebung begann zugleich die Erosion, die die einzelnen Schichtstufenglieder mit Abtragungen aus dem jeweiligen Hinterland versorgte. Im höheren Eozän (bis Ende Miozän, ca. 10 Mio. Jahre) setzten schließlich die letzten großen Deckenbewegungen ein. Die Subduktion unter den nordpenninischen Flyschtrug führte dazu, daß sich das kalkalpine Deckengebäude bis zum Ende des Obereozäns auf die inzwischen trockengefallene Flyschzone und das Helvetikum bewegte, zuletzt schoben sich die gesamten Kalkalpen zusammen mit Flysch und Helvetikum auf die tertiären Sedimente der Molassezone im Alpenvorland.

Den größten Komplex der nordostalpinen Kalkalpendecke bildet der mesozoische Sedimentstapel, der auf der Gleitfläche der Raibler Schichten von den paläozoischen Grauwacken vom Permo-Skyth abgeschert wurde. Der Ursprung dieser Massen ist im Trog zwischen den heutigen Tauern und dem Südalpin zu suchen. Die tektonische Hauptgliederung mit z. T. übereinstimmenden Schichtfolgen trennt heute das Bajuvarikum – am Nordrand vom Rätikon bis in den Wienerwald ziehend – von dem nach Süden anschließenden Tirolikum. Die südliche Teildecke des Bajuvarikums wird als Hochbajuvarikum bezeichnet wird, im mittleren und östlichen Bereich der Nördlichen Kalkalpen findet sich die Decke des Juvavikums, zusammengesetzt aus Tiefjuvavikum (Hallstätter Fazies) und Hochjuvavikum (Dachsteinfazies).

### Geomorphologie

Die Großformung der Ostalpen ist durch einen markanten Stockwerkbau in Form einer vom Gebirgsrand bis zum Hauptkamm ansteigenden Flurentreppe gekennzeichnet, die im wesent-

lichen auf das Wechselspiel von tektonischen Hebungs- und Flächenbildungsprozessen im Jungtertiär zurückzuführen ist. Diese alten Landoberflächen verschiedener Höhenlagen sind – bis auf die durch Verkarstung konservierten größeren Flächen der Kalkhochplateaus (in den Ostalpen östlich des Inns) – weitgehend der Abtragung zum Opfer gefallen und hauptsächlich nur mehr in Form von Restformen rekonstruierbar (FINK 1993). Steil- und Flachformen sind eng verzahnt. Die Reste der alten Landoberflächen (Verebnungsflächen des Firnfeldniveaus) wurden durch jüngere Steilhangbildungen (Zertalungen) weitgehend zerstört, diese Täler wiederum sind durch die pleistozänen Vergletscherungen überformt worden.

Die Zentralalpen, die auch heute noch die höchsten Masseerhebungen darstellen, bildeten im Tertiär ein nicht sehr hohes Kristallgebirge mit weiten Fußflächen, wie sie auch heute noch in ariden Gebieten zu finden sind. Gegen Ende der alpidischen Deckenüberschiebungen (Eozän-Oligozän) aber vor Beginn der großen Hebungsphasen mit Längstalbildungen, führten Flußsysteme – ähnlich wie rezent Inn und Salzach – Geschiebe aus den Zentralalpen im Hinterland und lagerten sie auf den Pedimentflächen der heutigen Nördlichen sowie auch der Südlichen Kalkalpen ab. Auf den Gebirgsstöcken mit „Tafelrumpfcharakter“ der östlichen Nordalpen sind diese Gerölle heute als „Augensteine“ nachweisbar (vgl. *Abb. 7*). Da sie bis heute überdauerten, müssen diese mit dem Begriff „Raxlandschaft“ belegten Landoberflächen (der großen Plateaus von Steinernem Meer, Hagen- und Tennengebirge, Dachstein, Totem Gebirge, Hochschwab, Schneealpe, Raxalpe und Schneeberg) über den langen Zeitraum seit dem (Ober-)Miozän erhalten geblieben sein.

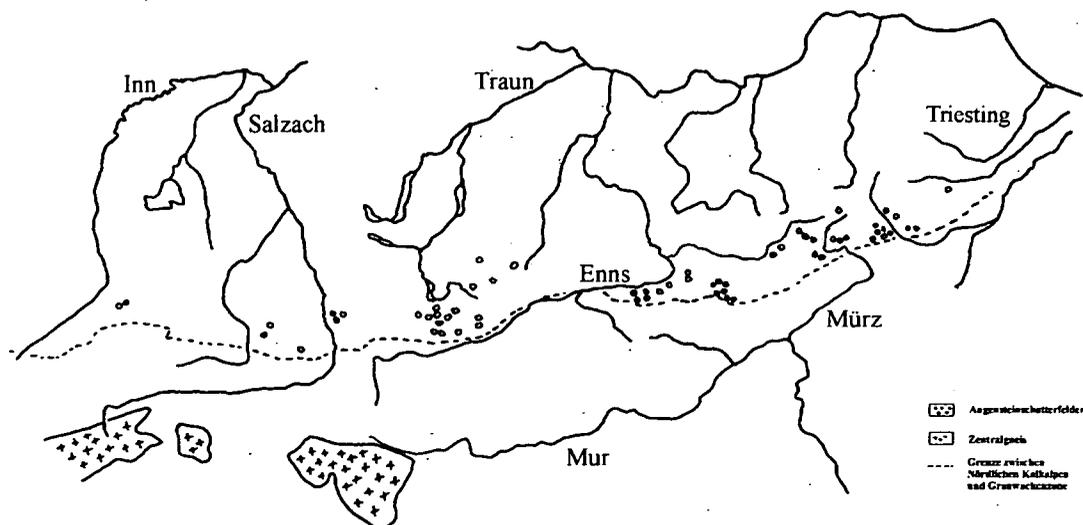


Abb. 7: Augensteinfelder in den Nördlichen Kalkalpen (nach WINKLER 1928).

Das oberste Niveau der realen Landoberfläche wird als Hochkönigniveau bezeichnet, das die höchsten und ältesten Teile der ehemaligen Terrassen mit  $\pm$  flachen Gipfelkuppen und Verebnungen in Höhen von 2500–3000 m bildet. Die markanteste Ausprägung dieses Niveaus stellt der Gjadsteinzug im Dachsteingebiet dar. An den Flanken dieser Terrassen kam (und kommt) es zur korrosiven Unterschneidung der Hänge, lateral wirkende Kräfte führ(t)en zur Rückverlegung der Kuppenfüße. Durch rezente Wandverwitterung (*Abb. 8*) sind sie weiterhin in Aufzehrung begriffen, es kommt zur Bildung von Graten oder Gratrücken (z. B. Bleikogel

im Tennengebirge; Landfriedstein oder Scheichenspitze in der Dachsteingruppe; Gipfel des Grimmingstock; Gr. Priel und Spitzmauer im Toten Gebirge).

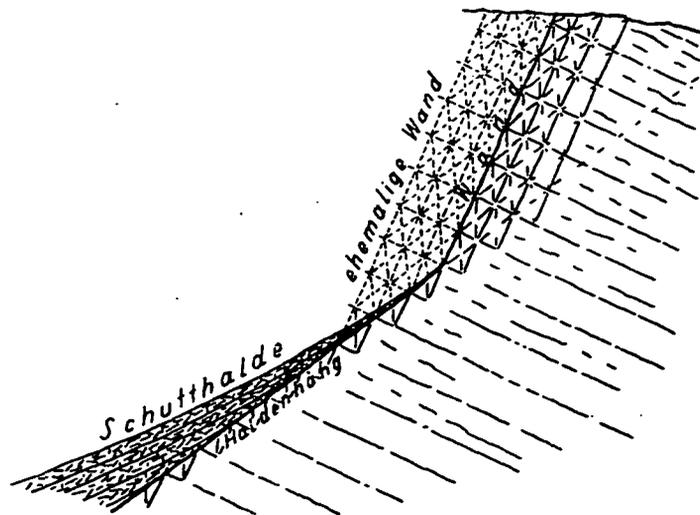


Abb. 8: Schematische Darstellung der Wandverwitterung mit Bildung von Schutthalden (aus LOUIS & FISCHER 1979). Die Wand flieht nach genügend starker Verwitterung des Gesteins durch Gesteinsabsturz zurück. Da das jeweilige Sockelfragment nicht abstürzen kann, rückt der Hangfuß aufwärts. Der Haldenhang entsteht, die abgestürzten Gesteinsfragmente bilden die Schutthalde.

Das nächsttiefergelegene Niveau, das Tennenniveau, umfaßt flächenmäßig die größten Anteile an den Karsthochplateaus und liegt zwischen 1900–2200 m. Die starke Oberflächenverkarstung ist mit Karstformen (s. u.) jeder Größenordnung in großer Mannigfaltigkeit vertreten. Die weiten Hochflächen des Steinernen Meeres, des Hagen- und Tennengebirges sind Beispiele, ebenso das Dachsteinplateau „Auf dem Stein“, oder die Hochflächen des Toten Gebirges (zwischen Rotkogelsattel–Fleischbanksattel und Tauplitz) und des Hochschwabs.

Tiefenzonen und oftmals alte Talungen sind in diese Hochflächen eingesenkt und werden dem Götzeniveau (1700-1850 m) zugerechnet. Tennalm und Pitschenbergalm im Tennengebirge, die Plankenalm im Kemetgebirge östlich des Dachsteinplateaus, die latschenbedeckten Hochflächen der westlichen Teile des Toten Gebirges oder die Dullwitz im Hochschwabgebiet sind anschauliche Beispiele.

### **Vergletscherung im Eiszeitalter und der Alpenostrand**

(vgl. MERXMÜLLER 1952, DONGUS 1984, VAN HUSEN 1987, OZENDA 1988)

Mit dem pliozänen Klimawandel begannen die glazialen Formungsprozesse in den Alpen. Die zentralen Ketten von Pelvoux bis zu den Hohen Tauern waren besonders stark beregnet und vergletschert und bildeten weit in die Vorländer hinausreichende Gletscherzungen. Zu den östlichen Gebieten der Alpen hin bildeten sich unter trockeneren Klimabedingungen nur mehr relativ kleine Gletscher, die kaum noch über den Alpenrand hinausreichten (z. B. Traungletscher). Die Vereisung erklärt über weite Strecken das Gegenwartsbild der durch Kare gegliederten, in den höchsten Teilen firnbedeckten Höhenregionen, wie auch die weicheren darunter anschließenden Unterhangbereiche und glazigene Trogtäler.

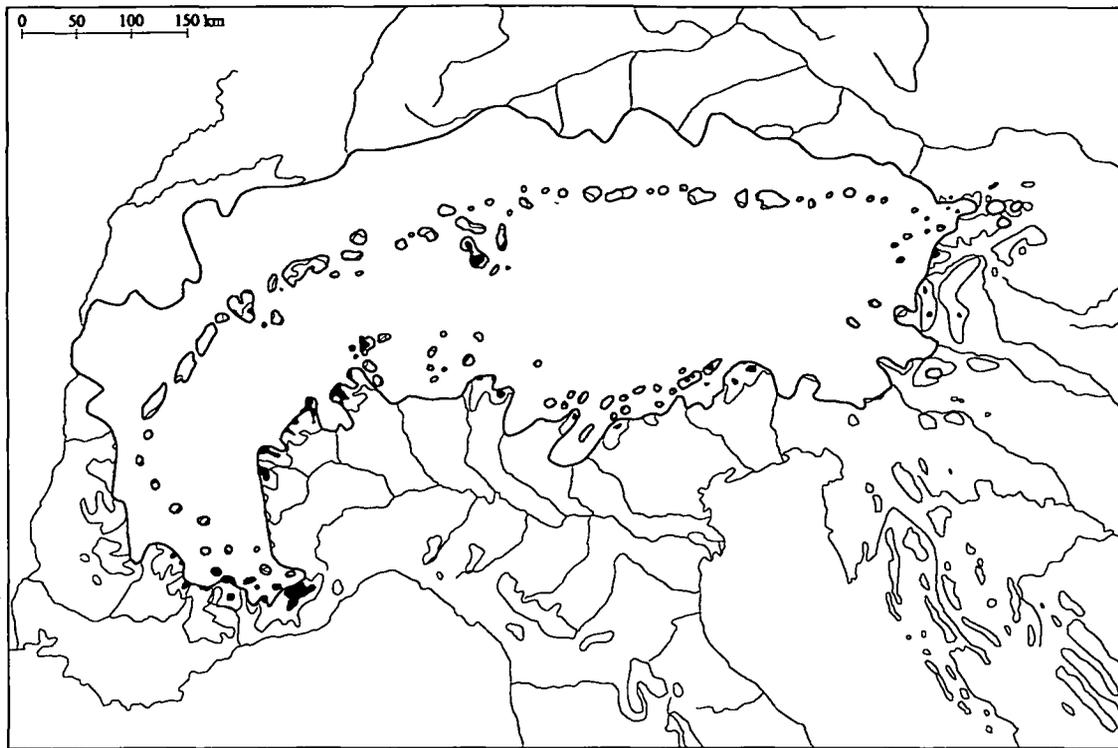


Abb. 9: Vergletscherung der Alpen zur Zeit der größten Ausdehnung im Riss-Glazial (nach MERXMÜLLER 1952 und PAWLOWSKI 1970) mit dem heutigen Flußnetz. Nicht vergletscherte Gebiete mit Refugialstandorten innerhalb der glazialen Eisdecke sind abgegrenzt. Beachte die weitgehend unvergletschert gebliebenen Gebirgsregionen am Südalpenrand, in den Nordwestalpen und am östlichsten Alpenrand.

Das präglaziale Talrelief führte zur Ausbildung eines Eisstromnetzes, die Gletscherströme folgten den heutigen Tälern, die Oberkanten der Eisoberfläche lagen an den Alpentoren bei 2000-1400 m. Der Seenreichtum des bayerischen und oberösterreichischen Alpenvorlandes spiegelt recht gut die Ausdehnung und Lage der Endmoränen der Würm-Gletscher wider. Kare stellen in vielen Fällen glazial geformte Quellmulden dar und kommen auch noch außerhalb der Haupteisbedeckung gelegenen Gebieten mit kleinen Lokalgletschern und Firnfeldern vor. Die durch das Eisfließen entstandenen Wannen (Karböden) bergen heute auch in den Kalkalpen aufgrund der Feinkörnigkeit des „Gletschersandes“ Karseen oder sind vermoort (ausgeprägt z. B. in den Lechtaler Alpen).

Die Eiszeiten, die über eine Million Jahre andauerten, wirkten sich in mindestens sechs Glazialphasen mit abnehmenden Temperaturen und Zuwachs der Eismassen auf die vormals vorhandene Vegetation stark regressiv aus. Der arкто-tertiäre Formenbestand wurde fast vollständig ausgeschaltet, der Großteil der gemäßigten und Hochgebirgsflora wurde in peri- oder inneralpine Refugialgebiete zurückgedrängt, wodurch das Areal mancher Arten extrem aufgesplittert wurde. Auf der anderen Seite wurde der Florenaustausch mit anderen Gebirgen und den nördlichen Regionen beträchtlich intensiviert, wie z. B. Fossilfunde von *Dryas octopetala* zeigen (Abb. 10). Viele in den Alpen beheimatete Arten zeigen heute – unabhängig ob primär nordischer oder alpischer Herkunft – disjunkte Areale im Norden und in den Hochgebirgen Süd- und Mitteleuropas (z. B. *Salix reticulata*, *Salix herbacea*, *Ranunculus*

*glacialis*, *Athyrium distentifolium*). Andere machten im Postglazial divergente Entwicklungen durch und bildeten Sippenpaare in den Alpen und den Skanden (z. B. *Salix retusa* – *Salix polaris*) oder Formenkreise mit Einzelsippen in den verschiedenen europäischen Gebirgen (*Papaver alpinum*s. lat.; *Primula* spp., *Soldanella* spp.; vgl. Abb. 11).



Abb. 10: Rezentes Areal von *Dryas octopetala* (grau) in den europäischen Gebirgen und fossile Fundpunkte (●) in den dazwischen liegenden Ebenen (aus OZENDA 1988).

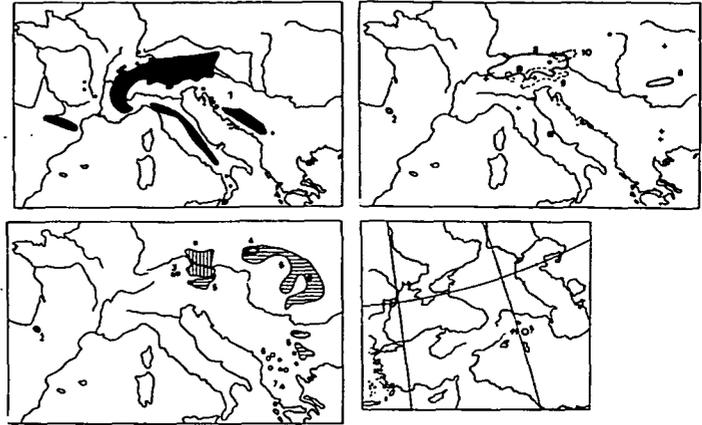


Abb. 11: Arealbildung innerhalb der Gattung *Soldanella* (nach VIERHAPPER in WALTER & STRAKA 1970 und OZENDA 1988). – § Crateriflores: (1) *S. alpina* – (2) *S. villosa* – (3) *S. montana* – (4) *S. carpatica* – (5) *S. hungarica* – (6) *S. dimonieii* – (7) *S. pindicola*. – § Tubiflores: (8) *S. pusilla* – (9) *S. minima* – (10) *S. austriaca* – (11) *S. armena*.

Erneute Eisvorstöße im 19. Jahrhundert kennzeichnen die „Kleine Eiszeit“ mit einem Höchststand um 1850. Diese überprägte die subalpine und alpine Vegetation, führte zu einem Absinken der Waldgrenze um bis zu 150 m (vgl. BAUER 1958) und vernichtete die Pflanzendecke in alpinen und subalpinen Lagen durch große Gletscherzungen. Besonders in den Hohen Tauern (z. B. PATZELT 1969, PATZELT & BORTENSCHLAGER 1973), den Ötztaler Alpen oder dem Dachsteingebirge (SIMONY 1895, MOSER & MAYR 1959) wurden genaue Beobachtungen angestellt, die es ermöglichten, die Veränderung von Geomorphologie und Vegetation in Abhängigkeit von den Gletscherbewegungen zu analysieren (z. B. ZOLLITSCH 1969, GRIMS 1982).

### Verkarstung

Die Formenwelt und das Hydroregime der hinsichtlich Vegetation und Standortsausprägung untersuchten Gebirgsgruppen wird durch die Gesteine der Trias deutlich geprägt. Dachsteinkalk bzw. Wettersteinkalk treten in großer Mächtigkeit auf, Werfener Schichten oder andere wasserundurchlässige Gesteine an der Basis bilden oft bedeutende Quellhorizonte. Schichtung und Durchklüftung der Karbonatgesteine bedingen einen – für die Vegetationsentwicklung der Kalkschneeböden nicht unbedeutenden – reichhaltigen ober- und unterirdischen Karstformenschatz.

Karst als Landschaftstyp ist das Ergebnis mechanischer Verwitterung und chemischer Lösungsverwitterung verkarstungsfähiger Gesteine durch atmosphärische ( $\text{CO}_2$  + Wasserdampf) oder biogene Kohlensäurebildung verbunden mit unterirdischer Entwässerung. Sie geht einher mit Schwund von Boden und Vegetation. Hohe Niederschlagsmengen und starke Durchfeuchtung während der Schneeschmelze bewirken eine Formenwelt, die allgemein mit

dem Begriff Hochkarst bezeichnet wird. Verkarstung bezeichnet allgemein die Summe an morphodynamischen Prozessen, die diesen ober- und unterirdischen Formenschatz hervorbringen (vgl. RATHJENS 1982).

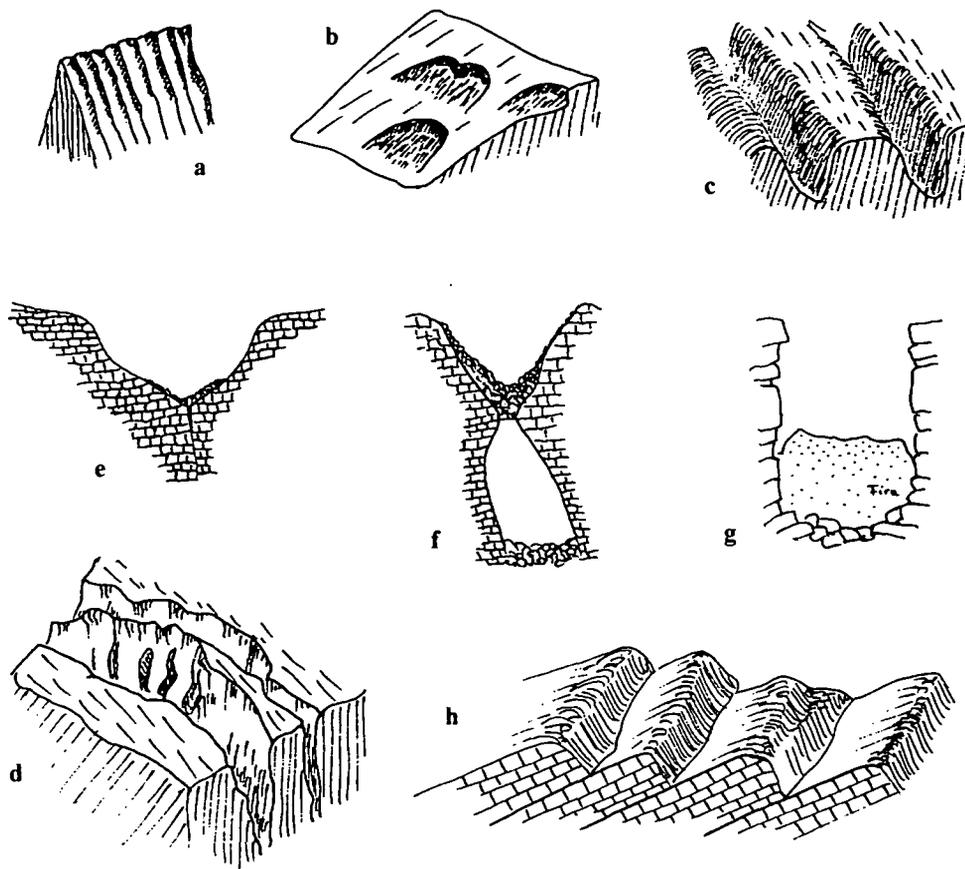


Abb. 12: Typische Formenbildungen des Hochkarstes (nach BAUER 1954 und FINK 1976). Mikroformen: (a) Karstrillen – (b) Trittkarren – (c) Rundkarren – (d) Kluftkarren, am Zwischengrat mit Firstrillen. – Mesoformen: (e) Trichterdoline – (f) Doline mit Schachthöhle – (g) Schachtdoline, ähnliche Querschnitte auch bei tiefen Karstgassen. – Makroformen: (h) Schichttreppenkarst.

Durch Verkarstung werden die Plateauflächen der Kalkhochalpen in ein Kleinrelief aufgelöst, das Höhenunterschiede von deutlich weniger als 100 m aufweist (LAHNER 1937). Die Vielfalt oberirdischer Karsterscheinungen wird nach Größe, Typus des Wasserabflusses und fehlender bzw. vorhandener Bodenbedeckung gegliedert (vgl. FINK 1976; vgl. Abb. 12, Abb. 13).

Skulpturformen mit flächiger Korrosion auf freien Flächen sind Karstrillen (zumeist als Firstrillen – Abb. 12a – ausgebildet), Karrenbecken („Kamenitza“) oder fuß bis hufförmige Trittkarren (Abb. 12b). Als Karren werden Korrosionsformen v. a. auf reinem Kalk (wie etwa der Dachsteinkalk) bezeichnet, die auf den gerichteten Abfluß von (Niederschlags-, Gletscher-, Schmelz-)Wasser zurückzuführen sind. Je nach Größe bilden sich bei linienhafter Korrosion Rillen- oder Rinnenkarren, die mit zunehmender Tiefenkorrosion und nach unten gerichtetem, gebundenem Abfluß in scharfgratige Kluftkarren oder Schichtfugenkarren über-

gehen. Firstrillen können bei all diesen Formen zusätzlich an den Graten und Rändern ausgebildet sein (Abb. 12d).

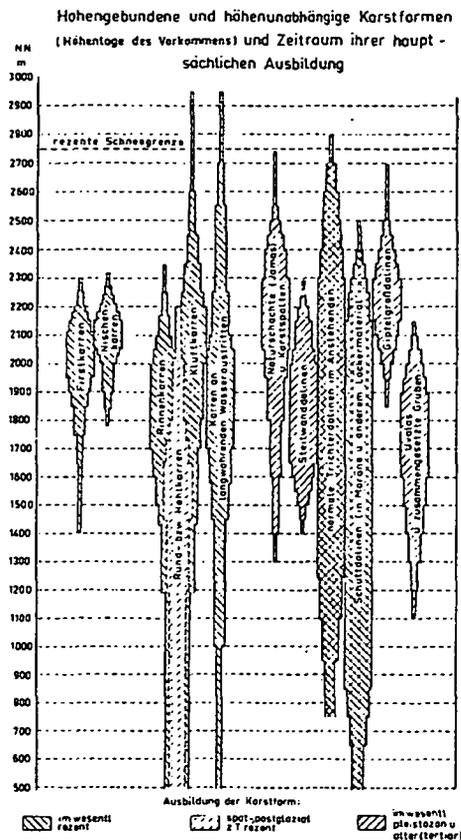


Abb. 13: Vertikale Verbreitung verschiedener Karstformen in den Nördlichen Kalkalpen und deren Bildungszeitraum (aus RATHJENS 1982, nach HASERODT 1965).

Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind Skulpturformen und Karren von Karbonatgesteinen (Kalke und Dolomite, nicht jedoch Gips- und Salzkarren) spät- und postglaziale Bildungen, deren Ausgangsflächen im Hochwürm oder während der spätglazialen Gletscherstände eisbedeckt waren. Während in der oberen subalpinen und unteren alpinen Stufe (1700–2400 m) Karren dominieren, finden sich unterhalb der Schneegrenze vor allem Erscheinungen des Scherbenkarstes (vgl. BAUER 1954, SCHAUBERGER 1954; neuerdings wird der Ausdruck „Frostschuttzone“ vorgeschlagen). Die mechanische Wirkung des Frostes zerlegt das Gestein in kantigen Schutt, der nur oberflächliche Lösungsspuren zeigt.

Als traditionelle Leitformen des Hochkarstes sind Dolinen mit punktueller unterirdischer Entwässerung zu bezeichnen. Die Trichterdolone (Abb. 12e,f) ist die prominenteste Ausbildungsform mit typisch trichterförmigem Querschnitt (und Übergängen zu „Muldendolinen“ mit konkav gewölbtem Querschnitt). Durch die – aufgrund der Eigenbeschattung – bedeutend längere Schneebedeckung und der wasserspeichernden Schutteinhänge ist dieser Typ einer der verbreitetsten Standorte für die Kalkschutt-Schneeböden des *Campanulo pullae-Arabitetum caeruleae* oder des *Campanulo pullae-Achilleetum clusianae*. Die in den untersuchten Gebirgsstöcken vergleichsweise selten auftretenden Dolinen mit fla-

Subkutane Karstformen an bodenbedeckte Flächen unterliegen der Lösungsverwitterung in anderem Maße als frei-liegende Flächen. Das Sickerwasser reicht sich durch das CO<sub>2</sub> der Bodenluft und einen unbestimmten Anteil organischer Säuren an. Durch die Speicherung im Boden kann das Wasser noch Tage nach den Niederschlägen abfließen und korrosive Wirkung zeigen (BAUER 1958). Die auf diese Art gebildeten Karren werden als „subkutane Karren“ und in Abhängigkeit von der Form als Rundkarren oder als Hohlkarren mit gut gerundeten U-förmigen Querschnitten bezeichnet (Abb. 12c). Scharfgratige Zwischenstege fehlen und alle Rauheiten der Gesteinsoberfläche sind infolge der subkutanen Korrosion geglättet (FINK 1976). Spätere Exhumierung kann zur (teilweisen) Freilegung führen, auf ebenen oder schwach geneigten Flächen können sich aber zumindest am Grund der Rundkarren Humusansammlungen halten und ermöglichen bei ganzjährig weitgehend ausgeglichenen Wasserverhältnissen oft ausgedehnte „Karrenfluren“, zusammengesetzt aus Hochstauden, Schutt- und Schneebodenarten.

chem Boden werden als Wannendolinen bezeichnet, während Schachtdolinen (*Abb. 12g*) wiederum einen häufiger zu findenden Typus darstellen. Deren senkrechte bis überhängende Seitenwände ermöglichen aber nur dürftiges Pflanzenleben, die schattige und luftfeuchte Lage wird vor allem von Arten der Felsfluren mit Gesellschaften des Cystopteridion bevorzugt.

Größere Hohlformen, die bereits dem Makrorelief zugerechnet werden können, stellen Uvalas dar, die mit flachem („Karstwannen“) oder unregelmäßigem Boden und darin „parasitierenden“ Dolinen ausgebildet sein können. In der Dachsteingruppe sind sie etwa im Gebiet der Gjaidalm oder der Wiesbergalm anzutreffen. Uvalas treten häufig als linienhafte Strukturen auf und sind an Talformen gebunden, die als fluviatil gestaltete Vorformen jetzt inaktiver Talungen zu interpretieren sind (FINK 1973).

Poljen, lange Zeit mit dem Problem ihrer Abgrenzung gegen Uvalas behaftet, werden nun übereinstimmend als Karstgroßform definiert, die an das Vorhandensein von Gesteinen verschiedener morphologisch-petrographischer Wertigkeit gebunden sind. Die lithologische Basis der Polje kann ein Kontaktbereich von verkarstungs- und nicht-verkarstungsfähigem Gestein sein. Sie besitzt (zumindest in den ausgedehnten Formen des dinarischen Karstes) oftmals einen Hangfußknick, kann trocken liegen oder zeitweise bis ganzjährig von Wasserläufen durchflossen werden. In den meisten Fällen sind sie tertiäre, präglaziale Bildungen. Uvalas und Poljen bieten aufgrund von Reliefverflachungen und der Zusammenschwemmung ton- und lehmreicher Böden in Nordstaulagen günstigere Voraussetzungen für Weiderasen und Hochstaudenfluren (vgl. ROITHINGER 1996) oder Moorbildung (vgl. STEINER 1992) als für Schneeböden. Hier lassen sich allerdings durch Erscheinungen der Bodenversauerung (besonders bei Vorliegen von Terra fusca oder Kalkbraunerden) die Übergänge von „schneebetonten“ Kalkschuttrassen zu schneebodenartigen „Faxrasen“ und anmoorigen Schneetälchen besonders gut studieren.

Karstgassen bzw. Karstsacktäler sind Karstformen größerer Dimension mit steilen Seitenwänden, sie können glazial überprägt und zu Hochtalkaren umgeformt sein (z. B. Taubenkar, Dachsteinplateau). Die oft vegetationsfreien Tiefenlinien mit flachen Schuttböden sind vielfach durch Dolinen besetzt. Über weite Strecken können Karstgassen wiederholt entlang gebankter Kalkgesteine auftreten und bei flach einfallenden Gesteinsschichten den sogenannten Schichttreppenkarst bilden (*Abb. 12h*).

### **Die Gebiete im einzelnen**

Die folgenden Beschreibungen sind als kurzgefaßte Übersichten zu verstehen, wobei das Hauptaugenmerk auf der Schilderung der tektonischen Einheiten und geologischen Schichtgliedern liegt, die in der alpinen Stufe auftreten und somit auch Relevanz für die Standortbedingungen der erhobenen Flächen und zu beschreibenden Vegetationstypen haben. Literaturübersichten sind z. B. DEL-NEGRO (1977), TOLLMANN (1973-1976), OBERHAUSER (1980) oder TOLLMANN (1985) zu entnehmen, die jeweils wichtigste Spezialliteratur ist zusammenfassend zitiert.

#### Lechtaler Alpen

(vgl. SPENGLER 1931, AMPFERER 1932, TOLLMANN 1976, 1985)

Die Lechtaler Alpen sind das geologisch vielfältigste Gebiet, die kartographische Auflösung soll daher aufgrund des kleinräumigen Wechsel an dieser Stelle unterbleiben. Sie werden im wesentlichen durch die weit nach Osten reichende Lechtaldecke als Anteil des Hochbajuvarikum aufgebaut, die der Grauwacke aufruht. Im Westen grenzt sie mit einem durch Halbfenster gegliederten Stirnrand an die Allgäudecke (Tiefbajuvarikum) bzw. ruht ihr als Vilser Stirnschuppe auf. Südlich des eng gefalteten und in Schuppen zerlegten Nordteils,

bis hin zum Ammergebirge, folgt ein relativ ungegliederter Mittelteil. In der Lechtaler Hauptmulde (im Mittel- und Ostabschnitt der Lechtaler Alpen gelegen) liegt dann die freischwimmende, dem Tirolikum angehörende Inntaldecke und in kleinen Schollen die Krabachjochdecke auf, die als das höchste und am weitesten eingeschobene Bauelement gilt.

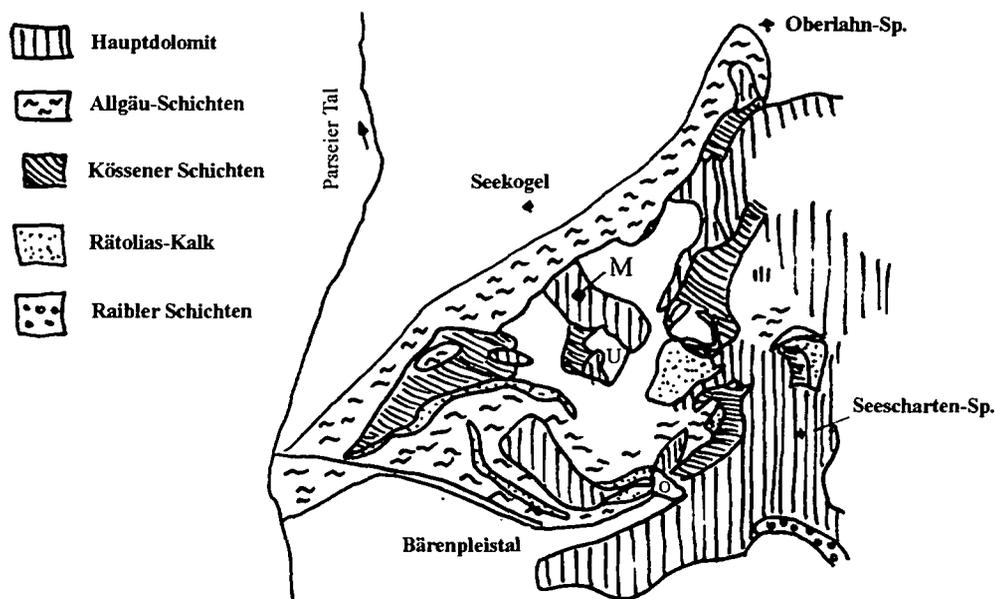


Abb. 14: Geologische Skizze der Umgebung der Memminger Hütte (M) mit Unterem (U) und Oberem (O) Seewies-See (nach SCHÖNENBERG aus RICHTER 1974).

In der Umgebung der Memminger Hütte („Freispitzmulde“) überlagern Hauptdolomitsockel der Inntaldecke die Schichten der Lechtaldecke und umgreifen sie hufeisenförmig (Abb. 14). Diese Überlagerung läßt sich auch im Profil Stanskogel–Fallesin-Spitze nachvollziehen. Der Hauptdolomit der Fallesin-Deckscholle (Krabachjoch-Decke) liegt dabei den Kreideschiefern der Lechtaldecke auf. Vom Stanskogel ins Stanzertal lassen sich die steil aufgerichteten Karbonatgesteine der Trias beinahe in vollständiger Schichtenserie verfolgen, die auch die Südfälle des Lechtaler Hauptkammes aufbauen (vgl. Abb. 15).

Wettersteinkalk, der im Karwendel, den Mieminger Bergen und dem Wettersteingebirge felsbildend wird, tritt in den Lechtaler Alpen nur beschränkt (z. B. Heiterwand in der östlichsten Gruppe) auf, bedeutender sind Gesteine der oberen Trias wie Hauptdolomit in Gipfelpartien (Parseierspitze und Kreuzspitze als Beispiele), mergelige Raibler Schichten (an den S-Abstürzen der Heiterwand) und Kössener Schichten, die weiche Auswitterungsformen z. B. im Namloser Tal oder am Kaiser-Joch bilden und für das Auftreten vieler Silikatsippen aus den Zentralalpen verantwortlich sind.

Im Gebiet der Rotspitze und der Feuerspitze treten rote Liaskalke (Jura) auf, wobei sich dort die für das Alpengebiet seltene Kombination von kalk- und silikatsteten Schuttarten ergibt (vgl. *Thlaspi rotundifolii*-*Oxyria digyna*-Ausbildung der *Doronicum grandiflorum*-*Leontodon montanus*-Ges.), wie sie sonst nur aus dem Rätikon über *Serpentinit* bekannt ist (GRABHERR 1984, 1988).

Als oberste Schichtglieder finden sich Aptychenkalke des Apt und Bärreme (Stanskogel) und Kreideschiefer aus dem Cenoman (großflächig z. B. auf der Almajur-Alpe und der Krabach-

spitze). Gegen das Inntal treten an der Basis – die für die zu betrachtende Höhenstufe unwesentlichen – Buntsandsteine und Muschelkalke der unteren Trias und besonders im Raum Landeck mit kristallinen Schiefen und Quarzphylliten paläozoische Schichten zu Tage.

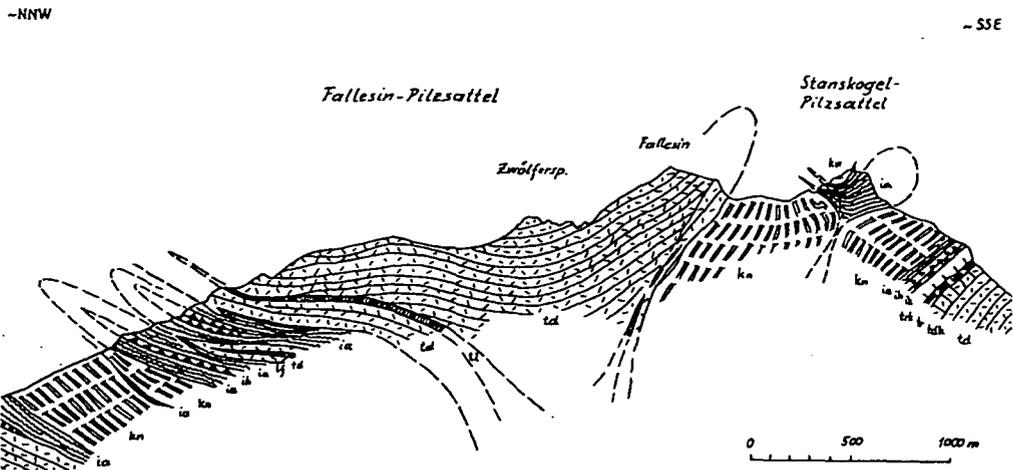


Abb. 15: Geologisches Profil des Lechtaler Hauptkammes im Bereich des Fallesin-Sp. – Stanskogel-Grates (aus TOLLMANN 1973).

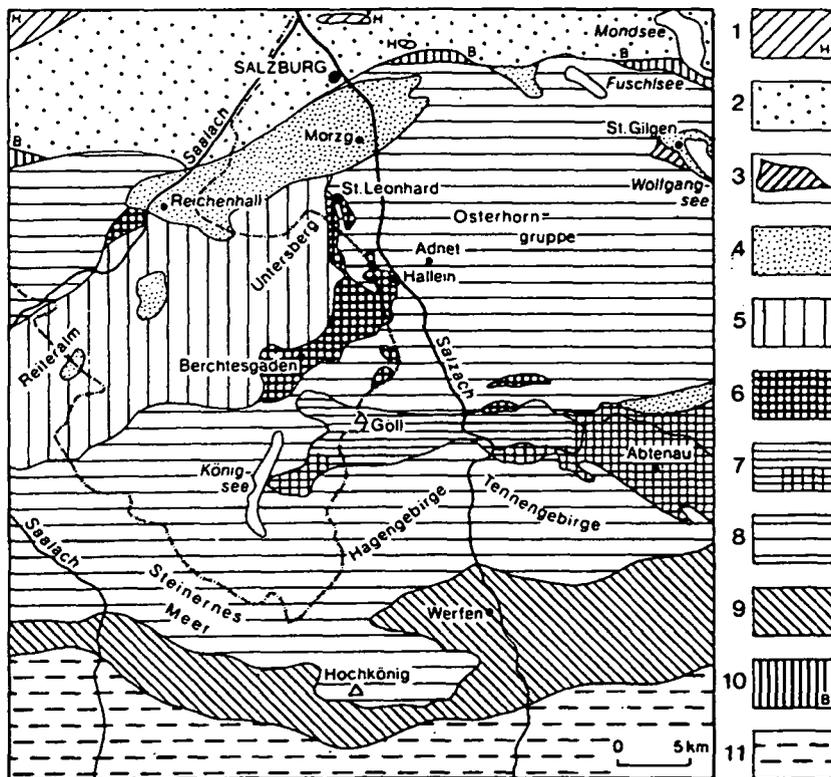


Abb. 16: Tektonische Übersicht der Salzburger Kalkalpen. – (1) Helvetikum – (2) Flysch – (3) Wolfgangseefenster des Ultrahelvetikum, Flysch und Tiefbajuvarikum – (4) Gosau – (5) Berchtesgadener (Reiteralm) Decke: „Hochjuvavikum“ – (6) Hallstätter Zone: „Tiefjuvavikum“ – (7) Lammermasse, teilweise mit Hallstätter Fazies – (8) Staufen-Höllengebirgsdecke: Tirolikum – (9) Werfener Schuppenzone: Tirolikum – (10) Hochbajuvarikum – (11) Grauwackenzone (aus PLÖCHINGER 1983).

## Tennengebirge

(vgl. PLÖCHINGER 1982, 1983)

Im Bereich der Salzburger Kalkalpen liegt eine Großmulde des Tirolikums bzw. der tirolischen Staufen-Höllengebirgsdecke vor. Sie formt den zwischen dem Inn-Quertal und den Weyerer Bögen gelegenen „Tirolischen Bogen“, der bis zum Kalkalpen-Nordrand reicht und die Decken des Bajuvarikums weitgehend überlagert (vgl. *Abb. 16*). In dieser „tirolischen Großmulde“ liegen geringmächtige Hallstätter Deckschollen des Tiefjuvavikums (Lammermasse; Hallstätter Fazies) und Teile der hochjuvavischen, fernüberschobenen Berchtesgadener und Dachstein-Decke.

In dieser in der Osterhorngruppe erkennbaren (jurassischen) Absenkung kam es an der südlich gelegenen Trattbergschwelle zur Bildung von Schuttströmen (Olisthostrome) und zum Abgleiten von Blöcken (Olistholithe) in ein tiefes Meeresbecken. In der vorcenomanischen und vorgosauischen Deckenbildungs-Phase wurde die Staufen-Höllengebirgsdecke über die hochbajuvarische Decke und diese über das Tiefbajuvarikum geschoben. Bajuvarikum und nördliches Tirolikum (Schafberggruppe und Nordteil der Osterhorngruppe) gehören mit seinen triassischen Ablagerungen zur Hauptdolomitfazies.

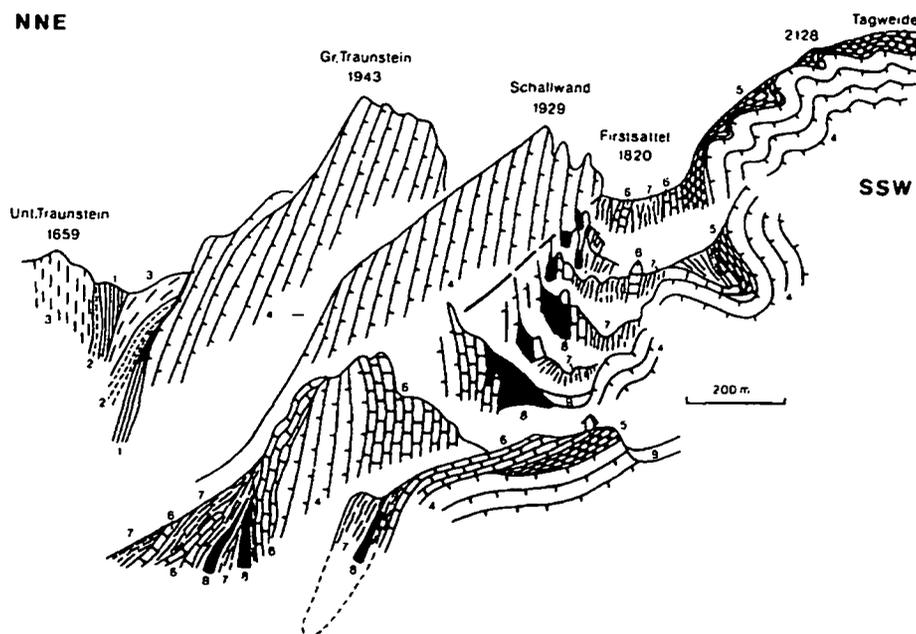


Abb. 17: Profile durch den Firnsattel und die Traunsteinschuppe. – (1) Werfener Schichten – (2) Gutensteiner Kalk und Dolomit – (3) Wettersteindolomit – (4) Dachsteinkalk – (5) Bunter Liaskalk – (6) Crinoidenkalk – (7) Strubberschichten mit (8) Manganschiefer – (9) Hangschutt (aus PLÖCHINGER 1983).

Das Tennengebirge gehört dem südlichen Tirolikum an, wo Hochkönig und Hagengebirge mit Gesteinen der Dachsteinkalk-Fazies ihre Fortsetzung finden. Dachsteinkalk als Hauptmassebildner dominiert auch weiter östlich in der Dachsteingruppe. Im Liegenden treten im Gebiet des Tennengebirges Werfener Schichten, Gutensteiner Kalk (Dolomit) und Wettersteindolomit als geringmächtige Schichten auf, jüngere Schichtglieder sind bunte Liaskalke (Fleckenmergel), Crinoidenkalk (Lias) und Strubberschichten (Dogger/Malm), was sich am Tennengebirgs-Nordrand gut beobachten läßt (vgl. *Abb. 17*).

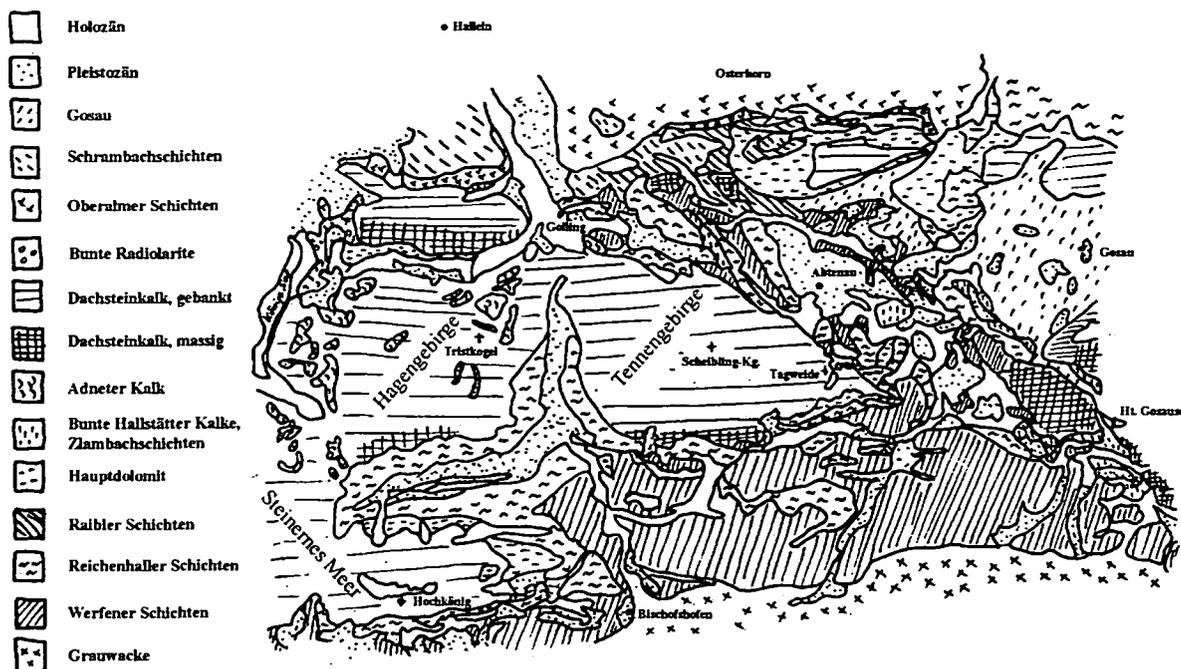


Abb. 18: Geologische Übersichtskarte des Tennengebirge und des Gosaukammes (nach PLÖCHINGER 1983).

Serpentinschlieren am Firstsattel bieten Hinweise auf submarinen Vulkanismus. Gegen Norden senkt sich die Hauptplatte des Dachsteinkalkes ab und wird von jurassischen Sedimenten – Adneter Kalk und Schichtgliedern der Hallstätter Fazies, wie bunten Hallstätter Kalken und Zlambachmergeln – überlagert. Sie sind entweder parautochthone Ursprungs als Ausquetschung des Hallstätter Kanals oder durch allochthone Eingleitung der Lammermasse von Süden her in diese Position gelangt. Das Plateau des Tennengebirges, wo auch alle Vegetationsdaten erhoben wurden, wird (mit Ausnahme des Nordostrandes) zur Gänze von Dachsteinkalk aufgebaut, der vorwiegend in der gebankten Fazies (Nor), am Südrand auch in der Riffazies (Rät) vorliegt (vgl. Abb. 18).

### Dachsteingruppe

(vgl. GANSS & AL. 1954, KILIAN 1954, PLÖCHINGER 1982, MANDL 1987)

Die Dachsteingruppe als großes Hochplateau mit starker rezenter Vergletscherung ist Hauptbestandteil der Dachsteindecke und namensgebend für den im mittleren und östlichen Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen mächtige Schichtpakete bildenden Dachsteinkalk. Neben der Dachsteindecke haben noch Hallstätter Schollen Anteil am Gebiet, die das wechselvolle Relief der Vorberge z. B. bei der Plankenstein-Alm bilden. Die Gosauseefurche zeichnet ein tiefjuvavisches Halbfenster ab, während das Gosausee Becken in der Oberkreide durch Absenkungen eine weitere Phase spätalpidischer Sedimentation mit mergeligen Gosauablagerungen erlebte. Auf die Augensteinablagerungen, die erstmals Friedrich Simony für dieses Gebiet beschrieben hat (SIMONY 1851 in TOLLMANN 1976) wurde bereits hingewiesen. Sie sind an vielen Stellen des Plateaus zu finden (vgl. Abb. 19).

Ein Großteil des Dachsteinstockes selbst und nahezu das ganze Plateau bestehen aus – zum Teil dolomitisiertem Dachsteinkalk, dessen gebankte Fazies beinahe sämtliche Gipfelaufbauten bildet und am Hohen Dachstein die über 600 m hohe Südwand aufbaut. Bivalven (*Conchodus infraliasicus*), landläufig als „Kuhtritte“ bezeichnet, stellen das Leitfossil des Dachsteinkalkes. Die nordwestlichen Teile des Plateaus werden von massigem Dachsteinkalk

(Riffazies) gebildet, der auch für das zerrissene Erscheinungsbild des in unzählige Felszacken aufgelösten Gosaukammes verantwortlich ist.

An den Südhängen des Dachsteins stehen Hauptdolomit und kleine Bänder von Gutensteiner Dolomit an. Der Hauptdolomit bildet zum Teil grusige Steilflächen aus, zum Teil ist er tektonisch zertrümmert. Am Fuß der Dachstein-Südwand oder vom Sinabell nach Osten fällt er in ausgedehnten Schuttfeldern ab. Ihm unterlagert ist der wandbildende Wettersteinkalk. In der Scheichenspitzgruppe (Gamsfeldspitze bis Hohe Rams) und im Silber- und Feisterkar werden ebenso wie an den Stellen, wo der Dachsteinkalk in die Südhänge übergreift (Stoderzinken, Wände N Ahornsee, Sinabell, Eselstein, Landfriedstein) steile Felswände ausgebildet. Die Ebene der Ramsau besteht aus weichen Werfener Schichten, die für den Austritt zahlreicher Quellen verantwortlich sind. Die Bergkuppen zum Fuß des Dachstein hin (Marstein, Rauch-Eck) werden von Ramsaudolomit aufgebaut, im Ennstal steht eine schmale Zone von Grauwackephylliten an.

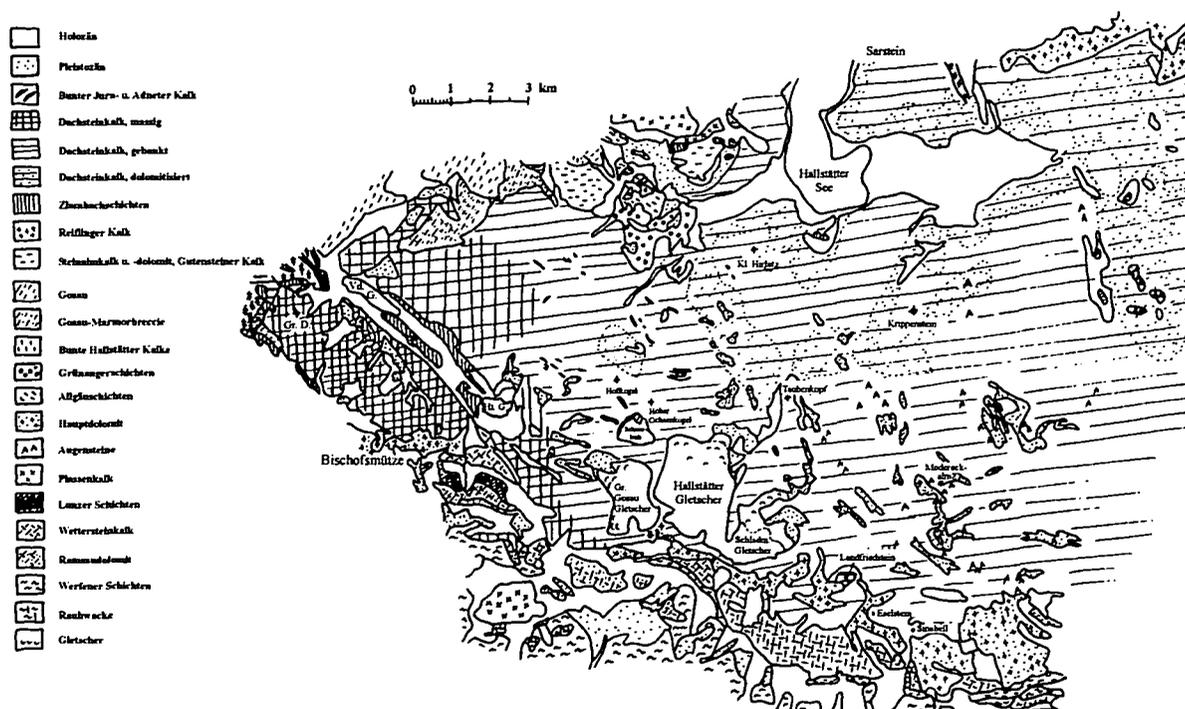


Abb. 19: *Geologische Übersichtskarte der höheren Regionen des Dachsteingebietes* (nach GANSS & AL. 1954 und PLÖCHINGER 1982).

Die Dachsteinplatte, von zahlreichen NW-SE bzw. NE-SW streichenden Bruchlinien durchzogen, ist gleichmäßig nach Norden geneigt und fällt bis unter das Niveau des Hallstätter Sees ab, die Landoberfläche selbst fällt mit bedeutend geringerer Neigung nach Norden. Benachbarte Bereiche der Hallstätter Beckenfazies zeigen mächtige Lagen des Haselgebirges, das mit großen Salzlagerstätten dem Raum „Salzkammergut“ (und Orten wie Hallstatt oder Hallein) seinen Namen gab.

Oberflächengewässer fehlen am Dachsteinstock weitgehend, was auf die intensive Verkarstung und unterirdische Ableitung der Niederschläge, Gletscher- und Schmelzwässer zurückzuführen ist. Es finden sich lediglich einzelne Tümpel und Quellen (Rumpler Seelein, Schneeberg-Seelein, Augenseelein bei der Lackenmoosalm). Das Nordwärtsstreichen der

Schichtpakete führt dazu, daß neben Quellen an der Basis der Dachstein-Südwand (Marboden, Torboden) und des „Rinderfeldes“ schüttungsstarke Quellen vor allem an den Nordabfällen der Dachsteingruppe austreten (westlich des Brettkogels, im Gebiet der Plankensteinalm, Gebiet Krippenstein-Hageneck, das Quellgebiet des Waldbaches, etc.). Die Erforschung der unterirdischen Wasserwege erfolgte vor allem in den 50er und späten 80er Jahren durch Färbe- und Sporentriftversuche (vgl. MAYR 1954, ZÖTL 1957, BAUER 1958, BAUER 1989). Dabei zeigte sich, daß im Gebiet sektorenhafte, radiale Entwässerung vorherrscht, bei Starkregen und zur Zeit der Schneeschmelze aber die Kartswässer bei hochstehenden Wasserhorizonten miteinander in gemeinsamer Verbindung stehen, so daß die versickernden Wasser allen Karstquellen rund um das Dachsteingebiet zufließen. Die Definition und Grenzziehung von Wasserscheiden wird unter diesen Umständen weitgehend unmöglich. Bedeutend dabei ist, daß die Quellen in Tallagen und ihre Verwendbarkeit für die Trinkwasserversorgung nur durch den völligen Schutz aller verkarsteten Bereiche gesichert werden können, die Ausweisung von einzelnen Quellschutzgebieten allein kann nicht ausreichen.

### Höllengebirge

(vgl. GEYER & ABEL 1922, WICHE 1938, 1949, PLÖCHINGER 1980, ANDORFER 1981, SCHÄFFER 1984)

Im Gebiet des Höllengebirges kommen drei verschiedene Decken übereinander zu liegen. Die oberste Deckeneinheit ist die Staufen-Höllengebirgsdecke des Tirolikum, zwischen dieser Einheit und der Flyschzone im Norden ist die Langbathscholle eingeklemmt. Sie ist als Bestandteil der Reichraminger Decke (Hochbajuvarikum) noch dem kalkalpinen Bereich zuzurechnen. Das Hochplateau und die markanten Nordabstürze gehören der Staufen-Höllengebirgsdecke an, die Kuppen zum Langbathtal zählen bereits zum Bajuvarikum (vgl. Abb. 20).



Abb. 20: Profil durch das Höllengebirge mit Flyschzone im Norden und Höllengebirgsdecke und Traun-Knie im Süden (nach SCHÄFFER 1984).

Das Höllengebirgsplateau wird aus Wettersteinkalk aufgebaut, der in einer Mächtigkeit von mehreren hundert Metern vorliegt und die Hochlagen ausschließlich prägt. Durch geringen Tongehalt und seine Klüftigkeit neigt er sehr stark zur Verkarstung. Am Nord- und Südrand wird der Wettersteinkalk von geringmächtigen, tonreicheren Raibler-Schichten und Opponitzer Kalken begleitet. Sie sind hydrogeologisch von Bedeutung, da sie als Wasserstauer wirken (die Langbathseen sind hingegen durch würmeiszeitliche Moränen abgedichtet). Hauptdolomit mit grusiger Verwitterung und geringer Wasserhaltekapazität tritt an der Südostflanke gegen das Trauntal (Goffhöhe bis Ebensee) hin auf. Sowohl Hauptdolomit wie auch Raibler-

Schichten sind in den höheren Regionen nicht zu finden. Durch die antikinale Aufwölbung der Höllengebirgsdecke mit steilem N- und flachem S-Fallen geht die Hauptentwässerung Richtung Süden. Ergiebige Karstquellen treten im Wettersteinkalk vorzugsweise an Störungen (z. B. Höllenbachquelle) aus, die Quellen im Norden sind an die Überschiebungsfläche der Langbathscholle gebunden.

Das Höllengebirge liegt im ehemaligen Einzugsbereich des Traungletschers, der eine Mächtigkeit von über 1400 m aufwies. Das Plateau war aber auch selbst vergletschert, die Eishöhen erreichten dort etwa 600 m. Die Gletscherzungen der Hochflächengletscher reichten ins Höllbachtal und bildeten aus grauem Wettersteinkalk bestehende Endmoränen. Der ins Langbachtal ziehende Gletscher stand nicht mit dem Traungletscher in Verbindung sondern floß über das Lueg zur Großalm (vgl. NAGL 1976, VAN HUSEN 1977).



Abb. 21: Geologische Übersichtskarte der Schladminger Tauern (nach HEJL & AL. 1987).

### Schladminger Tauern

(TOLLMANN 1977, MATURA 1987, SLAPANSKY 1987)

Das Kristallin des Unterostalpin (und teilweise Mittelostalpin nach TOLLMANN) stellt die vorherrschenden Gesteine im Gebiet der Schladminger Tauern. Die tiefsten Partien bestehen aus granitischen Gneisen, die aber erst im Osten in der Hochreichart-Bösensteingruppe (Rottenmanner Tauern–Seckauer Alpen) in Antiklinalen zu Tage treten. Ein nördlicher Zug von Orthogneisen zieht in Linsen und Schollen aufgelöst vom Schober über das Untertal bis östlich der Hohen Wildstelle. Paragneise als Hauptbestandteil des Schladminger Kristallins hüllen die Kristallinkerne ein und bilden die bedeutende und geologisch recht eintönige Masse der Schladminger Tauern. Sie treten etwa im Gebiet von Hochgolling und Klafferkesel dominant in Erscheinung. Kleinere Marmorzüge der Bretstein-Serie finden sich am Gumpeneck. Amphibolite, im Norden der Schladminger Tauern von untergeordneter

Bedeutung, schieben sich vom Hochgolling nach Süden (Weißbriachwinkel, Lesachtal) und nach Osten (bis über den Preber hinaus) in den Vordergrund. Serizit-Quarzschiefer, Quarzphyllite und Phyllonite markieren Zonen ausgeprägter tektonischer Durchbewegung und treten als Fortsetzung der Radstädter Quarzphyllitkeile auf. Die Serie der Wölzer Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer keilt als nördliche Zunge gegen Schladming hin aus, im Süden streicht es ins Tamsweger Becken. Permoskythische Quarzite sind am Nordrand verschuppt, wo die Schladminger Masse unter die Grauwackenzone abtaucht (Abb. 21).

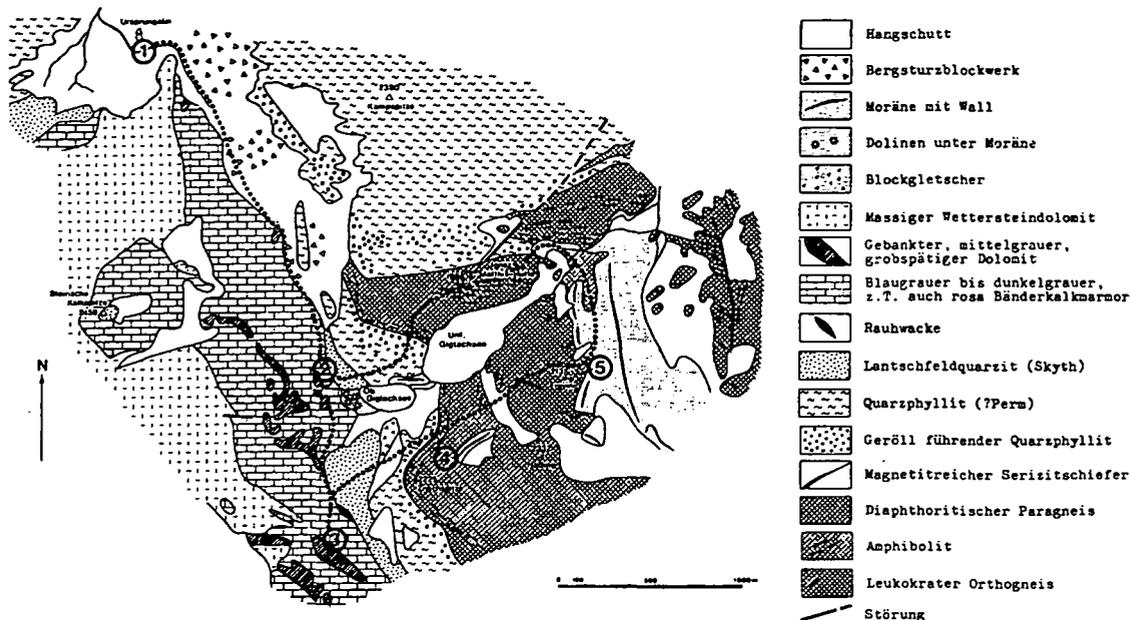


Abb. 22: Geologische Skizze um die Giglachseen (aus MATURA 1987 nach Aufnahmen von J. ALBER, E. HEJL, D. VAN HUSEN, A. MATURA und P. SLAPANSKY).

Der kristalline Lappen der Seekarspitzeinheit schiebt sich nördlich des Tauernpasses tief in das Radstädter Deckensystem ein, das mit mesozoischen Gesteinsserien in der Kalkspitzenmulde als „überrollte“ Falte südlich der Ursprungalm die Pyramiden von Salzburger und Lungauer Kalkspitze bildet. Anisische Bänderkalke (metamorphe Äquivalente des Muschelkalks) und Dolomitschlierkalke bauen den oberen Teil der Steirischen Kalkspitze auf, Felsbildner des unteren Stockwerks wie auch in der Lungauer Kalkspitze ist Wettersteindolomit. In den Wänden NW und SW der Steirischen Kalkspitze fällt ein Horizont mit dünngebankten Kalken, Mergeln und Tonschiefer auf. Die Gipfelbereiche werden von Restschollen aus alpinem Verrukano und Landschfeldquarzit (Skyth) bedeckt. Wettersteindolomit und anisische Bänderkalke grenzen auch an der Linie Ursprungalm – Akarscharte an Landschfeldquarzite und Paragneise des umgebenden Schladminger Kristallins (Abb. 22).

### Hochschwab

(SPENGLER 1920, 1922, 1925, FLÜGEL & NEUBAUER 1984)

Während die (geologisch dem Hochschwab-Massiv zuzurechnende) Kräuterin vorwiegend aus gebanktem Dachsteinkalk und teilweise aus Dolomit aufgebaut ist, besteht der Hochschwab aus einer Serie Triaskalke, die am Südfuß an die Schiefergesteine der Grauwackenzone (Erzberg, Eisenerzer Alpen) grenzen. Im Liegenden stehen Werfener Schichten an, die im Untergrund bis zu 400 m Mächtigkeit erreichen können. Gutensteiner

Kalk tritt nur lokal in schmalen Bändern in Erscheinung. Das Plateau selber wird von Wettersteinkalk aufgebaut, an den Nord- und Süd-Hängen bildet Ramsaudolomit grusig verwitternde haltlose Abbrüche (Abb. 23).

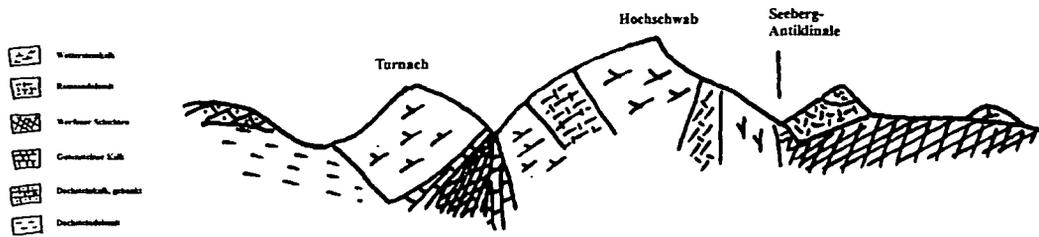


Abb. 23: Profil durch die Mürztaler Decke im Hochschwab-Gebiet (nach PLÖCHINGER 1980).

Am südlich vorgelagerten Seeberg treten Lunzer Schichten auf, die von Dachsteinkalk überdeckt werden. Gegen Osten folgen im Liegenden Aflenzer Kalke und schlecht gebankte bis massige „Dachsteindolomite“. Der Hochschwab gehört zusammen mit Schneesalpe und Gesäuse (als weitere Plateauberge im Süden der Nördlichen Kalkhochalpen) der Mürztalpendecke an. Sie kann als Vielfaziesdecke – bestehend aus riffalkreicher Dachsteinkalkfazies, Mürztaler Schwellenfazies, Mürztaler (Hallstätter) Beckenfazies und der Aflenzer Fazies in südlicher Hallstätter Entwicklung – angesehen werden und ist als hochjuvavische Decke anzusprechen.

Die Spuren der (nicht unbedeutenden) eiszeitlichen Vergletscherung sind vielfach von rezenten Schutthalden überdeckt, so sind etwa unweit des Sackwiessee Moränen zu finden. In der Dullwitz lassen sich die Spuren von Kargletschern ausmachen. Sie kennzeichnet zugleich auch eine große tektonische Bruchlinie in der Mürztalpendecke.

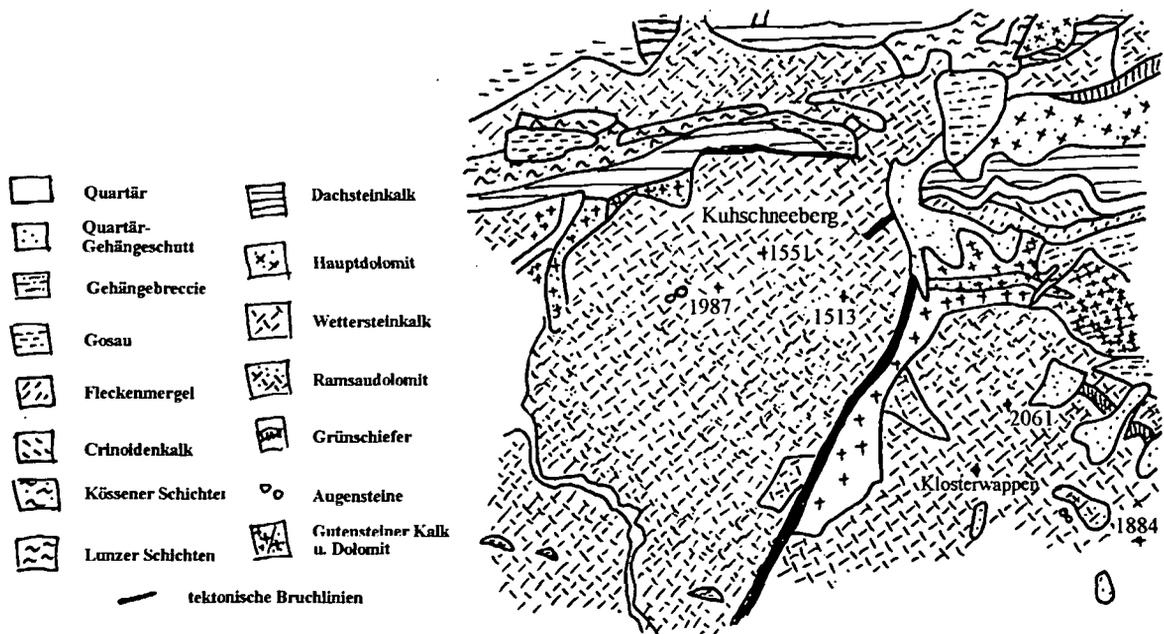


Abb. 24: Geologische Kartenskizze von Hoch-Schneeberg NW-Teil und Kuhschneeberg mit Becken von Grünbach (nach SPENGLER 1931).

## Schneeberg

(SPENGLER 1931, TOLLMANN 1985)

Der Schneeberg ist mit 2075 m der höchste Berg Niederösterreichs und zugleich der östlichste Berg der Nördlichen Kalkalpen, der 2000 m überschreitet. Er ragt mit seinem Plateau bereits weit in die pannonische Klimaregion hinein, wie sich an Niederschlagsverteilung und Schneemengen ablesen läßt. Raxalpe und Schneeberg sind Bestandteile der in Riffkalkfazies entwickelten Schneebergdecke. Sie ruht deckschollenartig der Mürzalpendecke auf, hauptmassebildendes Gestein ist (wie am Hochschwab) Wettersteinkalk, randlich eingestreut findet sich Wetterstein/Ramsaudolomit. An den Abhängen wird das Plateau von Lagen aus Gutensteiner Kalk und Dolomit gesäumt, nach Norden anschließend, in der Mulde von Grünbach wurden Jura- und Gosau-Sedimente abgesetzt (*Abb. 24*).

## **Boden und Bodenbildung**

(vgl. KUBIENA 1948, KUBIENA 1953, JANIK & SCHILLER 1960, SOLAR 1964, FINK 1969, FRANZ 1979, SCHEFFER & SCHACHTSCHNABEL 1984, KUNTZE & AL. 1988).

Die Bodenbildung ist im hohen Maße abhängig vom Ausgangsgestein, klimatischen Faktoren, Relief, der Vegetationsdecke und dem Bodenleben. Die alpinen Böden zeigen im Vergleich zum Tiefland infolge niedriger Temperaturen und ausgeprägten Erosionsvorgängen eine nur sehr langsame und oft unvollständige Entwicklung und sind hinsichtlich Chemismus, Wasserhaushalt und pedologischer Merkmale weitgehend vom vorliegenden Gesteinstyp abhängig. In den Anfangsphasen spielen physikalische Faktoren eine große Rolle (Spannungen im Gestein aufgrund starker Temperaturschwankungen, Frostsprengung und Schwerkraft). Nicht unwesentlich ist die Beteiligung allochthonen Materials an der Bodenbildung, vor allem Transport und Ablagerungen durch Wildbäche und Gletscher sind zu nennen. Die Prozesse der Bodenbildung werden zudem infolge ständiger Abtragung durch Wasser oder Wind, Solifluktion, Schuttrutschungen oder Felsstürze fortlaufend gestört, selten geht ihre Entwicklung daher über die Vorstadien reiferer Böden hinaus. Je höher man in die alpine Stufe hinaufsteigt, desto mehr prägen vor allem in Kalkgebieten mit Karsterscheinungen Schutt- und Felsfluren das Landschaftsbild.

Die Zersetzung organischer Abfälle schreitet nur langsam voran, mit steigender Höhe nimmt daher der Anteil der Rohböden und Böden mit schlechter Humusform zu, welche zu mehr oder minder flachgründigen A-C-Böden reduziert sind. Die Moder oder Rohhumusschicht liegt dabei direkt dem Muttergestein auf und häuft sich über Jahrzehnte hinweg an, so daß sich vor allem bei Beteiligung von Latschenstreu oder Laubfall von Ericaceen mehrere Dezimeter (bis Meter) mächtige Rohhumusschichten ansammeln können.

Der Ablauf der subalpin-alpinen Bodenbildung und die Serie über harten Kalkgesteinen kann folgendermaßen beschrieben werden (vgl. ZÖTTL 1966, GRAZANIN 1972):

- Bildung von Karbonatrohboden aus Gesteinsabrieb (anspruchlose Felsspalten- und Schuttgesellschaften).
- Einleitende Bildung von Protorendsinen durch Spalierweiden, *Dryas* und Kryptogamen (mit geringen Humusmengen).
- Bildung initialer Rasen und weitere Humusansammlung, in der Folge Bildung offener alpinen Rendsinen.
- Weitere Entwicklung zum humus-, basen- und mineralstoffreichen Humuskarbonatboden (typisch ausgebildet unter Seslerio-Sempervireten), die durch klimatische oder morphologische Faktoren oft gehemmt wird.

Unter Latschen Entstehung von versauerten Tangelreidsinen bis 1 m Mächtigkeit aufgrund feuchter Verhältnisse und Nadelabfall.

Die Wirkung von  $\text{Ca}^{++}$ -Ionen der Karbonatgrundgesteine auf die Bodenbildungsvorgänge ist so groß, daß alle anderen Faktoren in den Plateaulagen zurücktreten. Das tonarme Gestein bildet Böden, die in tieferen Lagen durchaus noch mullartige Humusformen aufweisen können. Durch die  $\text{Ca}^{++}$ -Ionen werden organische Säuren sofort abgesättigt, die Bildung sekundärer Tonmineralien wird stark gehemmt oder gänzlich unterbunden. Auf grobklastischen Gesteinen werden die geringen Mengen gebildeter Tonmineralien sofort vom Sickerwasser ausgeschwemmt. Abweichende Bodenverhältnisse liegen in den Teilen der Lechtaler Alpen vor, die aus Kreideschiefer und Radiolariten aufgebaut sind. Dort verwittern die Gesteine zu tiefgründigen und tonreichen Lehmböden, auf denen sich hochstaudenreiche Vegetation ausbildet. Durch die Bindigkeit und Quellfähigkeit ist aber auch die Gefahr von Rutschungen gegeben.

An Kalkschutthängen lassen sich charakteristische Katenas beschreiben. Das unverwitterte und nur mechanisch zerkleinerte Gestein (Grob- und Feinschutt) erfährt Staub- und Feinerdeansammlungen, wobei die Windfracht einen nicht unwesentlichen Anteil daran hat. An beruhigteren Haldenbereichen wird der Schutt zunehmend durch die Vegetation gefestigt, in den Horsten, oder Spalieren und Wurzeln kann sich weiteres Material ansammeln. Organische Reste führen zur Entstehung initialer Humuskarbonatböden, die mit fortschreitender Bodenentwicklung oder mit zunehmender Entfernung vom aktiven Haldenbereich die Reihe zu Protorendsinen und flachengründigen Rendsinen fortsetzen.

Protorendsinen können sich auf erosionsgeprägten Standorten als Dauerstadien der Karbonatserie erhalten. Die Bodenbildung ist jung, der A-Horizont nur wenige Zentimeter tief und schwarz gefärbt und enthält noch feinklastisches Kalkgestein. Pflanzenreste und Tierexkremate, vor allem die von Collembolen und Milben, sind noch deutlich sichtbar. Die Humusform kann meist als Rendsinamoder mit Calcium-Humaten angesprochen werden, die schwach basisch bis neutral reagiert. Unter feuchten Verhältnissen und in größeren Höhen bilden sich dagegen oft nur Pechreandsinen aus, die mineralfrei sind und schwache Versauerung zeigen können.

Rendsinen mit mullartiger Humusform können sich nur dort entwickeln, wo die Vegetationszeit und Strahlungssummen eine entsprechende Bodenbildung ermöglicht. Es kommt zu einer engeren Durchmischung der organischen und mineralischen Bestandteile. Die Zersetzung wird in der Hauptsache von Asseln durchgeführt. Echte Ton-Humuskomplexe fehlen aber und können sich auf reinen Kalken und Dolomiten auch kaum bilden. Dieser Rendsinatyp ist die häufigste Bodenform und ist über stark durchlässigen Böden bis in die subalpine und untere alpine Stufe ausgebildet. Das Klimaxstadium der Bodenbildung über Kalk, die Mullreandsina, ist in den Hochlagen nur selten anzutreffen und ist an tonreich verwitternde Karbonate als Ausgangsgestein gebunden.

Kalksteinbraunlehm, das Pendant zu den Braunerdeböden über Karbonatsubstrat, ist in der alpinen Stufe praktisch nicht mehr vertreten. Die Kürze der Vegetationszeit, die tiefen Temperaturen und das oft wenig aktive Bodenleben verhindern weitgehend die Bildung dieses Bodentyps. Braun- und Rotlehme (i. w. S.) umfassen alle Bodentypen mit ausgeprägten A-B-C-Profil unabhängig von einer rezenten oder historischen Entstehung. Sie sind fast ausschließlich in den ebenen Lagen der Hochplateauflächen ausgebildet, über „unreinen“ Kalken entwickelt oder entstanden in früheren Zeitabschnitten des Postglazials unter wärmeren Verhältnissen und stellen damit subfossile Bodentypen dar. Große Gehalte an freiem Eisenhydroxid verleihen diesen Böden eine braune oder gelbbraune bis rote Farbe. Bei geringem Humusgehalt und Kolloidreichtum ist die Neigung zur Vergleyung stark ausgeprägt. Terra fusca (als spezieller Bodentyp der Rotlehme) ist unter subtropischen Bedingungen des Tertiärs entstanden und ein fossiler Überrest der alten Landoberflächen

(„Raxplateaus“). Die Bildung unter heutigen klimatischen Bedingungen ist nicht mehr möglich, die geringen Lösungsrückstände des rezenten Kalkuntergrund sind ein weiterer Hinweis auf den Reliktcharakter dieser Böden. Am Dachsteinplateau finden sich Terra fusca-Böden in Mulden zusammengeschwemmt und oft in Nachbarschaft von allochthonen Augensteinsschottern.

Der auffallende Wandel der Vegetation über Hauptdolomit im Vergleich zu jener über anderen Kalkgesteinen („Dolomitphänomen“ nach GAMS 1936) beruht hauptsächlich auf dessen abweichender chemischer Beschaffenheit. Vor allem der gelöste Mg-Anteil der Verwitterungsprodukte liegt für manche Pflanzen offenbar außerhalb ihres physiologischen Toleranzbereiches, führt zu ihrer Verdängung und schafft damit konkurrenzarme Standorte. Bei erhöhter Mg-Konzentration im Boden wird K- und Ca-Aufnahme behindert, infolge geringerer osmotischen Potentiale im Cytoplasma führt dies zu schlechter Wasseraufnahme, erhöhter Transpiration und Vertrocknungsgefahr (HOCK & ELSTNER 1988; nach EGGENSBERGER 1994). Der Phosphor-Bedarf ist erhöht, kann aber nicht gedeckt werden (KRAPPENBAUER 1967). Eine sekundäre, negative Wirkung des Dolomits geht von seiner Durchlässigkeit und der extremen, zu riesigen Schuttströmen führenden Brüchigkeit aus, die Besonderheiten in Mikrorelief und Mikroklima nach sich ziehen.



Abb. 25: Kontinentalitätsindex nach GAMS (1936) in den Alpen für Orte über 800 m. Die Quadrate (■) entsprechen Orten mit einem Index größer 55° und gruppieren sich in zwei Regionen, die die zentralen und kontinentalen Teile der Ost- bzw. Westalpen repräsentieren. Werte zwischen 30° und 40° (●) bzw. unter 30° (○) kennzeichnen die randalpinen Positionen. Der Umriss der Alpen ist dick strichliert eingezeichnet (aus OZENDA 1988).

## Klima

Die Ostalpen bilden eine deutliche Scheide zwischen mitteleuropäischem Klima mit sommerlichem Niederschlagsmaximum und mediterranem Klima mit erhöhten Frühjahrs- und Herbstniederschlägen. Die Nordalpen gehören dabei der alpinen Klimaregion an und liegen

noch zur Gänze im Einflußbereich des ozeanischen, mitteleuropäischen Klimagebietes. Es kommt zu einer relief- und höhenbedingten Abwandlung des „gemäßigten“ nemoralen Klimas. Als große Barriere zwingen sie die feuchten, atlantischen Luftmassen der vorherrschenden Westwetterlagen zum Aufsteigen und bedingen ergiebige Stau- und Steigungsregen mit Niederschlagsmaximum im Juni oder Juli (siehe *Abb. 27*).

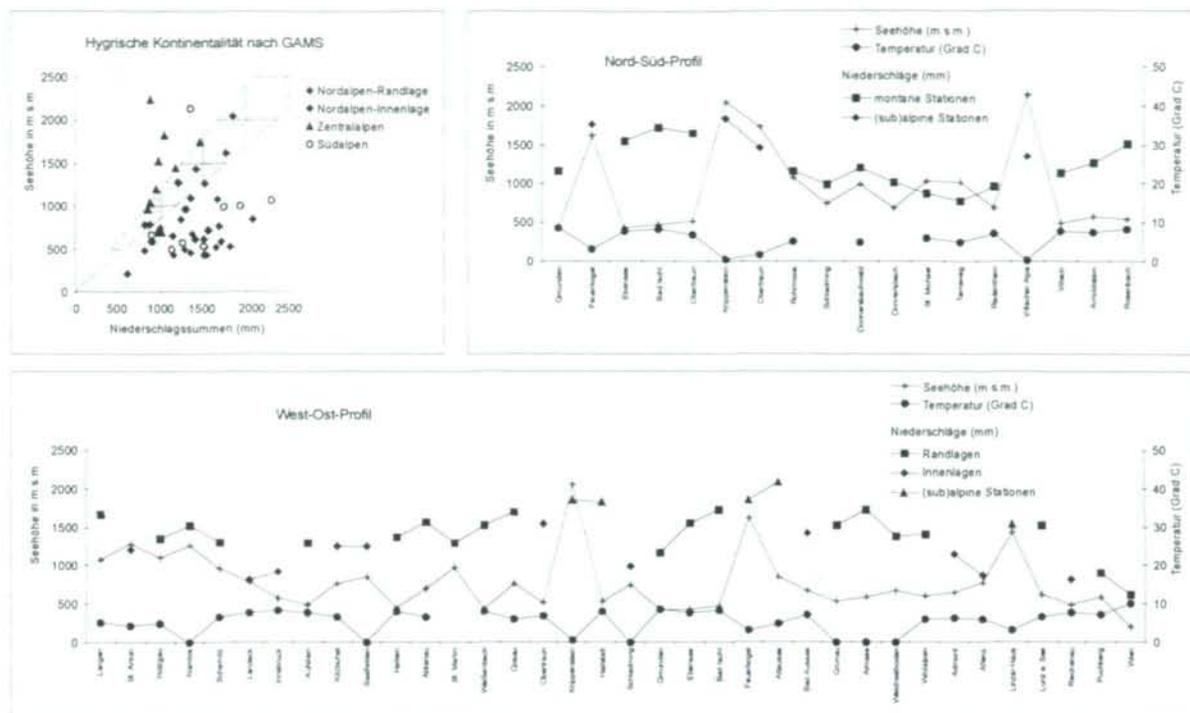


Abb. 26: Hygrische Kontinentalität und Klimaprofile durch die Nordostalpen. Herangezogen wurden die Jahresmittel bzw. Jahressummen im Durchschnitt der Jahre 1961 bis 1990 (vgl. Tabelle im Anhang). – (a) Der Grad der Kontinentalität nach GAMS (1932) spiegelt die jährlichen Niederschlagssummen reduziert auf Meeresniveau wider. Der schattierte Bereich umfaßt die Zone der Kontinentalität von 40–50° und kann mit dem Raum der Zwischenalpen identifiziert werden, höhere Werte zeigen größere Kontinentalität, niedrigere Werte höhere Ozeanität der betreffenden Gebiet an. – (b) Nord-Süd-Profil der Klimaverhältnisse durch das mittlere Gebiet der Ostalpen. Schladming markiert die Grenze der Nord- gegen die Zentralalpen, Villach jene zwischen Zentral- und Südalpen. – (c) West-Ost-Profil der Klimaverhältnisse am Nord- (■) bzw. Südrand (◊) der Nördlichen Kalkalpen. Beachte: Die Niederschlagswerte wurden bei Stationen in Höhen über 1500 m mit eigenen Symbolen dargestellt, weitere Erläuterungen im Text (Datenquelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1973, 1983, 1994 und ZAMG, schriftlich).

Im Windschatten der Gebirge kommt es zur Wolkenauflösung und zum Nachlassen der Niederschläge, sodaß die Nord- und Westflanken bedeutend stärkere Wolkenbedeckung und höhere Niederschläge erfahren als die Süd- und Südostseiten nordalpischer Gebirgsgruppen. Dabei nimmt von Westen nach Osten die Kontinentalität allmählich zu (vgl. *Abb. 25*, *Abb. 26a*). Als Besonderheit des Alpenklimas sind Fallwinde (Föhn) zu bezeichnen, die im Frühjahr zu einer raschen Schneeschmelze beitragen und in süd-nord-gerichteten Talfurichen stark austrocknend wirken. Vergleichbar mit dem Gegensatz zwischen N- und S-Seiten- der Randalpen weisen auch die Zentralalpen geringere Niederschlags- und höhere Strahlungssummen als Gebiete der Nordalpen bei gleicher Höhenlage auf.

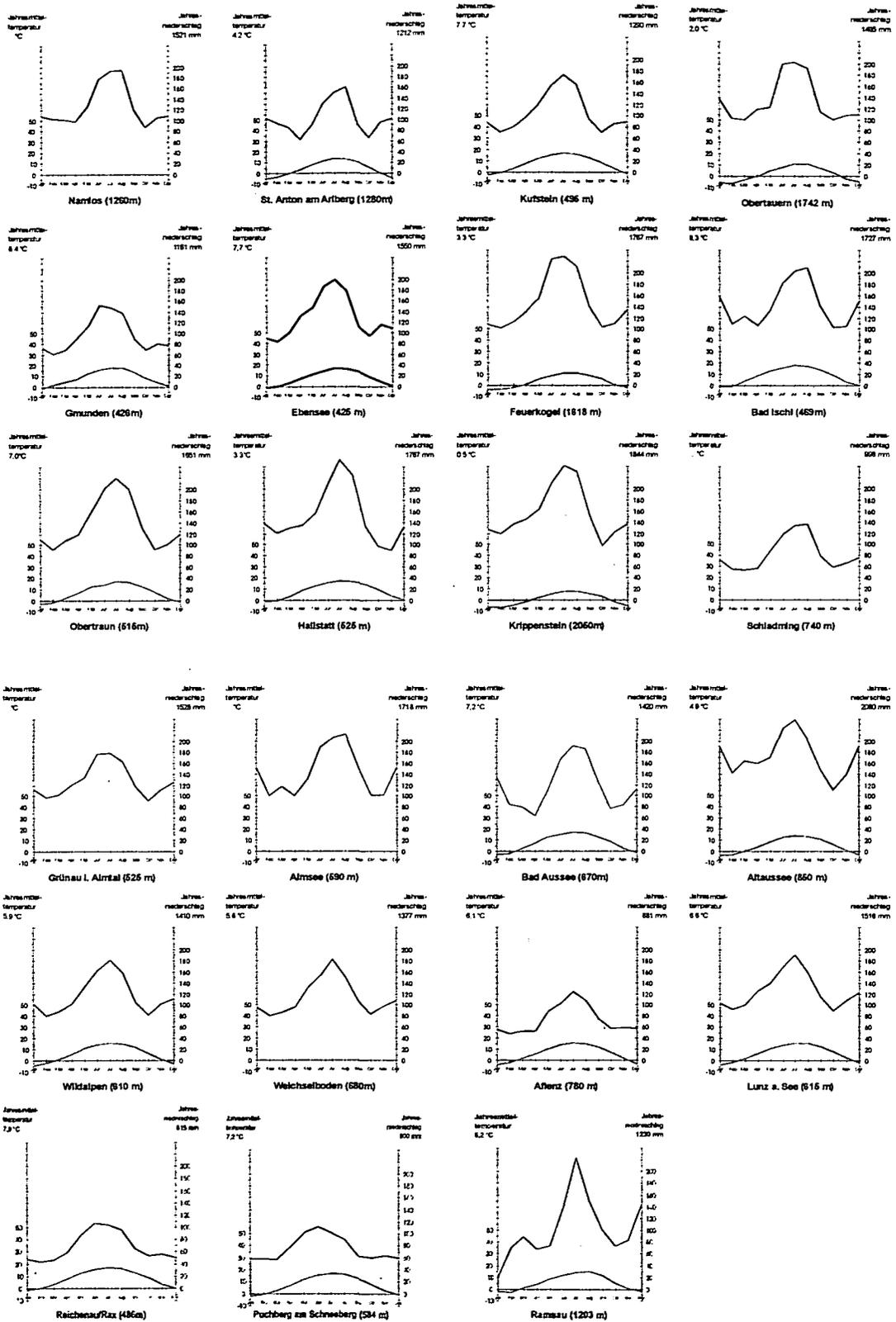


Abb. 27: Klimadiagramme nach WALTER & LIETH (1967) für Stationen im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen (Datenquelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1973, 1983, 1994 und ZAMG, schriftlich).

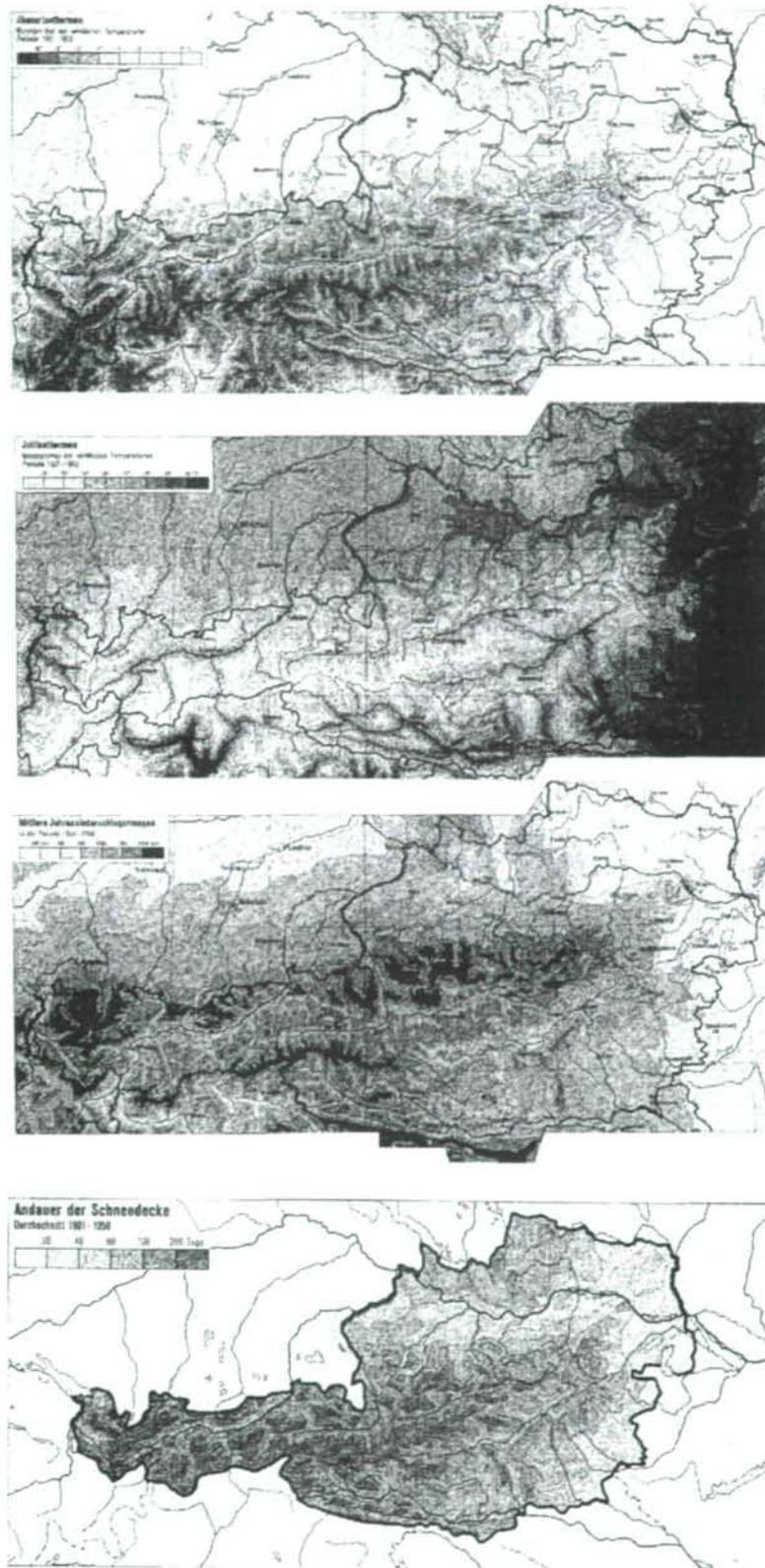


Abb. 28: Temperaturmittel, Jahresniederschlagsmengen und Andauer der Schneedecke für den (österreichischen) Ostalpenraum (aus ÖSTERREICHISCHER UNTERSTUFEN-ATLAS).

Tab. 5: Mittelwerte und bzw. durchschnittliche Summenwerte zu Temperatur, Niederschlag und Schneemengen der einzelnen Untersuchungsgebiete. Die Werte der Jahre 1961 bis 1990 dienen zugleich als Datengrundlage der folgenden Klimadiagramme (Abb. 26 und Abb. 27), Ausnahmen sind angemerkt. Die Nummern beziehen sich auf die Stationsnumerierung der Beiträge des Hydrographischen Dienstes 1994. (Datenquelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1973, 1983, 1994). Anmerkungen: Station Krippenstein: Daten von 1982-90 fehlen teilweise; Station Hallstatt: Daten nur für den Zeitraum 1948-68 vorhanden, Mittelwerte berechnet für 1948-68 bzw. 1959-68; Station Ebensee: Daten nur bis 1983 verfügbar, Mittelwerte berechnet für 1961-1983 bzw. 1971-80; Station Weißenbach: Temperaturwert aus Stationen Weyregg und Scharfling extrapoliert; Station Ramsau: Mittelwerte berechnet für Jahre 1991-1993; Station Wien/Lainzer Tor: Temperaturdaten als angenähertes Mittel.

Station (Spezial nach Nummer)	Nummer (Beitr. Hydro 57)	Seehöhe (m a. s.)	Lufttemperaturmittel (°C)		Niederschlagsmenge (mm)		Schneehöhe (cm)	
			Ø 1961-1990	Ø 1981-1990	Ø 1961-1990	Ø 1981-1990	Ø 1961-1990	Ø 1981-1990
Lengen a. Arlberg	13	1080	5,2	5,8	1873	1742	888	454
Holzgau	60	1100	5,0	5,1	1357	1334	481	511
Namlos	85	1260	-	-	1521	1604	123	127
Scharnitz	74	980	-	6,8	1308	1327	378	355
St. Anton a. Arlberg	82	1260	4,2	4,5	1212	1290	398	455
Landbach	93	785	7,8	8,1	818	785	129	121
Innsbruck (Flugplatz)	118	581	8,2	8,5	913	855	-	121
Matrai a. Brenner	124	870	7,3	6,7	852	819	203	187
Draasdorfer Hütte	127	2280	0,7	-	-	1257	-	770
Patscherkofel	131	2245	0,0	0,0	878	884	-	567
Kufstein	163	495	7,7	8,0	1290	1275	211	213
Kitzbühel	168	783	-	6,5	1247	1253	273	288
St. Martin	197	970	-	-	1283	1398	818	703
Abtenau	201	710	6,8	6,8	1559	1572	395	351
Hallein	203	450	8,1	8,4	1359	1348	185	188
Saalfelden	211	850	-	-	1247	1304	314	289
Gössl	278	710	6,4	6,8	1571	1630	407	410
Alt Aussee	279	850	4,9	4,9	2080	2147	638	634
Bad Aussee	280	870	-	7,2	-	1420	306	284
Obertauern	282	515	-	7,0	1651	1604	281	275
Krippenstein	283	2050	0,5	0,7	1844	1852	-	892
Hallstatt (fwh)	525	525	8,1	7,9	1819	1820	-	-
Großau	287	785	5,9	8,2	1691	1845	517	509
Bad Ischl	291	488	-	8,3	-	1727	-	245
Ebensee (fwh)	425	425	7,7	7,7	1549	1528	-	-
Faerstogel	293	1818	3,3	3,5	1787	1858	-	785
Grundsee	294	428	8,5	8,4	1181	1183	-	108
Weißenbach	302	425	-	8,1	1518	1521	188	189
Almsau	311	590	-	-	1718	1684	373	384
Gröden i. Almtal	312	525	-	-	1528	1583	182	178
Obertauern	331	1740	1,8	2,0	1481	1510	1025	878
Rohrmoos	334	1080	-	5,1	-	1182	-	427
Planai	335	1820	2,2	2,4	1041	1131	715	687
Ramsau (fwh)	1203	1203	-	5,2	-	1230	-	-
Schladrining	337	740	-	-	998	1030	222	202
Donnersbachwald	344	985	-	4,9	-	1209	-	321
Donnersbach	345	880	-	-	1023	1097	148	149
Admont	352	645	6,3	6,4	1151	1181	252	255
Weichenboden	358	880	-	-	1377	1415	298	303
Wildalpen	360	610	5,9	6,0	1410	1458	347	408
Lainzer Haus	371	1435	3,1	3,4	1418	1532	648	780
Lurtz a. See	404	615	6,8	6,9	1518	1519	311	328
Wien (Hohe Warte)	495	203	10,0	10,2	811	594	-	80
Wien (Lainzer Tor)	508	285	-	6,5	-	888	-	-
Reichenau a. d. Rax	600	488	7,9	8,1	815	772	107	140
Puchberg a. Schneeberg	603	584	7,2	7,5	900	812	-	-
St. Michael i. Lungau	705	1040	5,9	5,4	881	858	224	228
Tarnauweg	708	1020	-	4,9	-	775	-	177
Mautern	728	710	-	7,1	-	975	-	195
Aflenz	740	780	6,1	6,2	881	875	220	251
Lienz	789	659	6,9	6,9	901	849	148	133
Inzerfragant	808	1195	-	4,8	949	953	-	208
Innersiers	815	1520	-	-	979	1009	399	348
Obermittelalter Alpe	818	1450	3,7	3,8	1173	1139	314	280
Badenthein	819	885	7,1	8,8	985	811	108	100
Völscher Alpe	828	2125	0,2	0,6	1354	1181	530	454
Völsch	830	482	7,7	7,9	1128	1038	148	135
Arnoldstein	844	578	7,5	7,8	1287	1188	223	208
Rosenbach	847	540	6,3	6,8	1503	1365	205	178
Bärenthal	849	1000	5,0	4,8	1937	1832	388	324
Loibl tunnel	852	1087	5,9	6,0	2297	2120	454	448
Bodenthal	853	995	5,2	5,4	1743	1553	377	338



Die Schneedecke mit ihrer thermisch isolierenden Wirkung schützt die Pflanzen des Hochgebirges während des Winters, ermöglicht damit auch Mikroorganismen über lange Zeiträume bei Temperaturen um den Gefrierpunkt bodenbildend tätig zu sein, verhindert aber gerade auf den Standorten der Schneeböden eine effiziente Bodenbildung.

Beim Vergleich der Klimastationen in den Nordalpen (*Abb. 26b, c; Abb. 27*) zeigt sich die Abnahme der Jahresniederschlagssummen ins Alpeninnere zu recht deutlich. Die Zunahme der Niederschläge durch Steigungsregen läßt sich an den Stationen Feuerkogel (Höllengebirge), Krippenstein (Dachstein) und Dobratsch (= Villacher Alpe) im Vergleich mit den Talpunkten Ebensee, Obertraun bzw. Villach ablesen. Am Alpennordrand machen sich neben relativ gleichmäßig hohen Niederschlagswerten von 1300-1500 mm die „Regenlöcher“ von Gosau, Hallstatt und Almsee bemerkbar. Ihre Lage am Ende von wolkenstauenden Talkesseln bietet dafür hinreichende Erklärung.

Auffällig (bei nur mäßig verminderter Höhe der Klimastationen) ist die Zunahme der Temperatur und die Abnahme der Niederschläge gegen den Ostrand der Nordalpen hin (vgl. *Tab. 5*). Die Stationen Reichenau und Puchberg zeigen bereits massiv die Einflüsse des pannonischen Klimas, was sich auch in der Vegetation und Flora entsprechend bemerkbar macht (vgl. HÜBL & HOLZNER 1975).

Alle Gebiete des engeren Untersuchungsgebietes sind oberhalb von 1900 m mit mehr als 2000 mm reichlich mit Niederschlägen versorgt, die Bergketten mit geringerer Massenerhebung zwischen Innquertal und Saalach, sowie zwischen Lechtaler Alpen und Karwendel weisen geringere Niederschlagsmengen auf, was sich auch in einer kürzeren Schneedeckendauer bemerkbar macht. Die Dauer der winterlichen Schneedecke in Regionen des Dachsteingebiet über 2500 m liegt mit ca. 300 Tagen deutlich über den genannten Erhebungen. Ähnliches gilt auch für das Rax-Schneeberg-Gebiet (vgl. *Abb. 28*).

### **Phytogeographische Einteilung**

(vgl. PAWLOWSKI 1970, NIKLFELD 1972, NIKLFELD 1973, MAYER 1974)

Neben einer Gebietsgliederung nach der zonalen Vegetation in Höhenstufen (s. u.) mit höchstens untergeordneter regional-klimatisch-edaphischer Differenzierung, läßt sich innerhalb des Alpenraums und seines Umlandes eine horizontale Gliederung vornehmen, die den Großlandschaften weitgehend entspricht.

Ebenso wie in warm-xerothermen Tal- und Beckenlagen treten in den Hochlagen der Alpen historisch bedingte, floristische Unterschiede entscheidend hervor. Die montane Stufe am Südrand der Alpen war eiszeitliches Refugium vorwiegend für wärmeliebende Elemente der Laubwälder (illyrisch-südostalpinen Florenelemente), am Nordrand der Alpen sind ehemalige Refugialräume vor allem für Arten azonaler Standorte nachweisbar. Oberhalb der Waldgrenze (sowie an azonalen, montan-subalpinen Standorten) zeigen Rand- und Innenalpen auffällige Florenunterschiede aufgrund geologischer Differenzierung in Karbonat- und Silikatketten. Zwischengeschaltete Gesteinsinseln mit intermediären, mesozoischen Gesteinen finden sich in den Allgäuer und Lechtaler Alpen und im Rätikon und führen zu einem vermehrten Auftreten von Pflanzen der Zentralalpen. In den westlichen Karnischen und Gailtaler Alpen liefern Silikatgesteine z. T. extrem saure Böden mit entsprechender Vegetation (NIKLFELD 1993). Größere Dolomit- und Kalkbereiche innerhalb der Zentralalpen – so etwa in den Stubai-Alpen, den Radstädter Tauern, im Hochlantschgebiet, kleinflächig auch in den Schladminger und Rottenmanner Tauern – stellen Beziehungen zur Flora und Vegetation der Nördlichen Kalkalpen her. Die Kalkvegetation des Stangalpenmesozoikums im Kärntner Nockgebiet (Zunderwand und Stangalpe) zeigt dagegen Floreneinstrahlungen der Südlichen Kalkalpen. Von recht eigenständigem Charakter erweisen sich die Kalkschiefergebiete von Unter-

engadiner und Tauernfenster, wovon die Beschreibung ihrer Flora durch VIERHAPPER (1921, 1922) und Vegetation (MERXMÜLLER & ZOLLITSCH 1967, ZOLLITSCH 1968) ein beeindruckendes Zeugnis bietet.

Das Absinken der Höhen nach Osten führt zu einem Ausklingen hochalpiner Arten und Vegetationsformen (vgl. dazu SCHARFETTER 1994 über die Krummseggenrasen in den Sekauer Alpen). Beispielsweise fehlen *Draba tomentosa*, *Androsace helvetica* oder *Pedicularis aspleniifolia* den östlichen Nord- bzw. Zentralalpen.

Der Nord-Süd-Kontrast der kalkalpinen Flora ist aufgrund weitgehender räumlich-zeitlicher Isolation besonders faszinierend, wobei Reliktarealen südalpiner Arten im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen immer schon besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde (vgl. URBAN 1990, HÖRANDL 1993, EGGENSBERGER 1994).

Ausbreitungsbarrieren (Talfurchen oder Gebiete ohne Standorte in geeigneter Höhenlage) führen zu einer oftmals historisch begründbaren Vielzahl an Arealgrenzen quer durch die Ostalpen, sind aber im einzelnen viel zu wenig untersucht (NIKL FELD 1993). Entstehungs- und Erhaltungszentren von Arten, Wanderungsmöglichkeiten und -fähigkeiten sind als bekannte Ursachen zu nennen, über rezent wirksame Ausbreitungshindernisse ist dagegen relativ wenig bekannt. Wissenszuwachs ist auch aus den Untersuchungen der Gipffloren im Zusammenhang mit einem Temperaturanstieg (GRABHERR & AL. 1993, 1994 und GOTTFRIED & AL. 1994) zu erwarten.

Interessant für die vorliegende Arbeit sind vor allem die Muster der Süd-Nordost-Disjunktionen (MERXMÜLLER 1952, 1953, 1954) und das Auftreten engräumig verbreiteter Arten am südlichen (Karawanken, Steiner Alpen) und nördlichen (Schneeberg-Rax-Gebiet) Alpenostrand.

Die Westgrenzen vieler subalpiner und alpiner Sippen mit Verbreitungsbild in den östlichen Gebieten der Ostalpen sind recht deutlich an bestimmten Scharungszonen gebündelt. Dies hängt mit der von MERXMÜLLER (l. c.) nachgewiesenen Rolle der östlichsten Alpen als bevorzugtes eiszeitliches Refugium zusammen. Für nordalpine Sippen stellen besonders Traun (*Achillea clusiana*, *Leontodon montaniformis*, *Saxifraga sedoides*) und Saalachtal (*Campanula pulla*, *Draba sauteri*) markante Grenzlinien dar, für die Arealbildung von untergeordneter Bedeutung sind die Durchbruchstäler von Traisen, Enns und Salzach. In den Zentralalpen verlaufen die Scharungszonen der Arealwestgrenzen längs der Linie Sölkpaß-Neumarkter Sattel, an der Katschberglinie sowie an der Südabdachung der Hohen Tauern durch Osttirol.

Sippen mit westlicher Verbreitung zeigen undeutlichere Grenzen, doch hebt sich hier die Traunlinie mit Areal-Ostgrenzen von *Draba tomentosa*, *Galium megalospermum*, *Leucanthemum halleri*, *Alchemilla hoppeana* wieder recht gut hervor (HÜBL & NIKL FELD 1973). Lokalrefugien in den westlicher gelegenen Gebieten der Nordalpen über oder zwischen den Eisströmen erklären das Vorkommen von Südalpensippen in den Gebieten der Bayerischen Alpen (*Soldanella minima*, *Saussurea pygmaea*).

Arealostgrenzen an der Lechlinie von *Viola calcarata*, *Gentiana purpurea*, *Cerinth glabra* oder *Viola cenisia* fehlt die einfache, historische Begründung. Die geologische Situation erklärt zumindest teilweise die Arealgrenzen an einer Nord-Süd-Linie nahe der Brennerfurche (Wipptal). Azidophile Arten zeigen hier ihre Ostgrenzen (*Ranunculus villarsii*, *Saxifraga seguieri*, *Luzula lutea*), Kalkschiefer- oder allgemein basiphytische Pflanzen dagegen ihre Westgrenzen (*Oxytropis triflora*, *Doronicum glaciale*, *Sesleria ovata*).

Die vieldimensionale Differenzierung der Alpen in klimatisch-höhenzonaler, geologisch-geomorphologischer und florensgeschichtlicher Hinsicht verleiht aber jeder einzelnen Berggruppe ihre spezifische Note (NIKL FELD 1993).

## Höhenstufen

Die vertikale Zonierung der Vegetation ist primär als Ausdruck des Makroklimas, vor allem der Temperaturgradienten zu werten und hat damit auch Bedeutung für die ökologische Situation von Schneebodengesellschaften in unterschiedlicher höhenzonaler Lage. Es muß daher in diesem Zusammenhang auf ihre Gliederung und die Vegetationsstufen im Untersuchungsgebiet hingewiesen werden. Darüber hinaus sei auf die grundlegenden Arbeiten von SCHROETER (1926), REISIGL & PITSCHMANN (1959), HARTL (1963), WAGNER (1970), MAYER (1974), KRAL (1979), PIGNATTI (1980), LANDOLT (1983), GRÖTZBACH (1985), OZENDA (1988), LEHMKUHL & AL. (1992) und EGGENBERG (1995) verwiesen.

Die Höhenstufung der Vegetation ist definiert durch Klimax-Gesellschaften und -Serien. Sie umfaßt aber nicht nur die Vegetation einer bestimmten Höhenlage, sondern ist als ein durch ähnliche, ökologische Ansprüche in der gleichen Höhenstufe zusammengehöriges System von Pflanzengesellschaften (Gesellschaftskomplexen) aufzufassen. Die thermisch-vegetationsökologisch definierte Stufe ist unabhängig von absoluter Höhenlage und besitzt eine allgemeine Gültigkeit auch für andere Gebirge des europäischen oder nordamerikanischen Kontinents. Die Höhenstufen der Alpen sind in *Abb. 29* dargestellt.

Von der submontanen bis zur subalpinen Stufe der Alpen zeigt sich eine charakteristische Abfolge der zonalen Waldvegetation von den Rand- über die Zwischen- zu den Innenalpen. Der größte Artenreichtum des gesamten Alpengebietes liegt aber erst im Grenzstreifen zwischen Wald und alpinen Rasen (HÜBL & NIKLFELD 1973).

Die durch Buchen-Tannen-Fichtenwälder (Nordalpen) und Tannen-Fichtenwälder (Zwischenalpen) bestimmte Montanstufe reicht von 600 bis 1300 m. Nach oben hin wird sie von subalpinen Fichten- und Fichten-Lärchenwäldern – mit vorherrschenden Nadelgehölzen und beigemischter Eberesche bzw. Berg-Ahorn – abgelöst. In den Plateaugebieten des Steinernen Meeres, des Dachsteins und des Warschenecks mit zunehmend inneralpin-kontinentalem Klimaeinfluß finden Lärchen- und Zirbenbestände ihren Platz.

Darüber schließen Latschenbestände gürtelförmig an, dabei zusammen mit aufgelockerten Zirben- oder Fichtenwälder die subalpine gegen die alpine Stufe abgrenzend. Recht deutlich wird dabei die Bevorzugung der höheren Kuppen, der „Grate“ von Schichttreppen und der Ränder von Dolinen in den schneereichen Randalpen, wo zwar die winterliche Schneedecke ausreichend Schutz bietet, im Frühjahr aber zeitig genug wegschmilzt, um die Latsche nicht durch „Schneesimmel“ (*Herpotrichia nigra*) zu schwächen.

Die Obergrenze der subalpinen Stufe (in etwa mit der +1,5°C-Höhenisotherme zusammenfallend) wird im Gebiet selten durch geschlossene Wald- oder Nadelwälder gebildet. Vielerorts drücken anthropogene Ersatzgesellschaften (*Rhododendron*-Heiden oder Alm-Weiderasen) die Waldgrenze nach unten (anthropogene Waldgrenze), andererseits führen starke Verkarstung der Kalkplateaus und Schutthänge dazu, daß die Obergrenze geschlossener Waldbestände unter ihre klimatische Möglichkeit fällt (edaphische Waldgrenze, vgl. *Tab. 6*).

Die alpine Stufe setzt sich in der unteren Teilstufe der Kalkgebiete aus Zwergstrauchbeständen (v. a. *Rhododendron hirsutum*-Gesellschaften, „Kalk-Loiseleurieten“), Blaugras-Horstseggen- und Rostseggenrasen bzw. Nardeten zusammen. Von geringerer Bedeutung sind die an saure substrate gebundenen Elyneten, lokal treten sie aber auch über reinen Kalken auf. Die obere alpine Stufe wird vom Caricetum firmae als zonale Gesellschaft dominiert. Neben den alpinen Rasengesellschaften wird das Landschaftsbild gleichwertig von Schutt- oder Felsfluren geprägt, die mit anderen Vegetationseinheiten der kalkalpinen Höhenstufe kleinflächige Mosaike bilden. Diese – von Kalkschneeböden und Kalkschuttfluren ausgehenden – Komplexe zu analysieren, soll eine der Aufgaben der nachfolgenden Kapiteln sein.

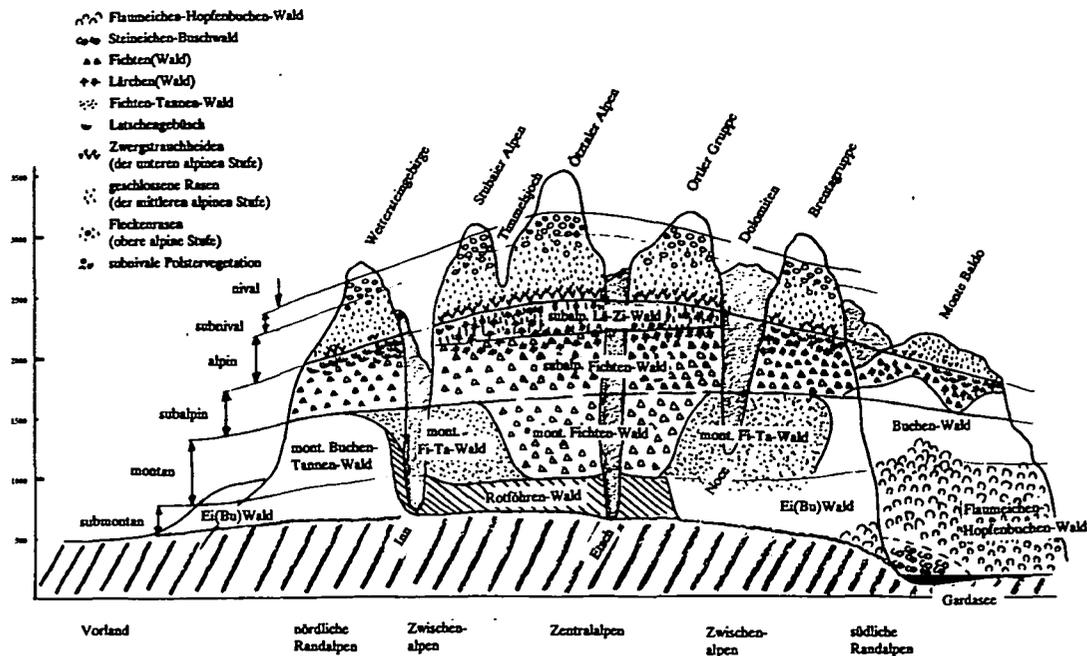


Abb. 29: Höhenstufenprofil durch die Ostalpen im Bereich ihrer größten Breite im Querschnitt von München zum Gardasee (nach ENGLISH in GRABHERR & AL. 1991).

Tab. 6: Höhenobergrenzen von Waldgrenze, einzelnen Baumarten und der geschlossenen Rasen (nach Angaben aus NEVOLE 1908, FISCHER 1932, KILIAN 1954, HAUPT 1983, RETTENBACHER 1984, SINGER 1988 und RUTTNER 1994 sowie eigenen Beobachtungen).

(Angaben in m s. m.)	Lechtaler Alpen	Tennen-gebirge	Dachstein	Höllengebirge	Schladm. Tauern	Hochschwab	Schneeberg
geschlossene Rasen bis	ca. 2300	ca. 2200	ca. 2400	(- Gipfel)	ca. 2300	(- Gipfel)	(- Gipfel)
Latschenobergrenze	2050	1950-2100	2150	1800-1850	2000-2100	1800-1950	1900-1960
einzelne Lärchen und Zirben	2030	1750	1950-2000	?	?	?	1690
einzelne Fichten	1660	1630	1850	1800	?	1820	1775
einzelne Tannen	1540	1450	1650	1700	?	?	1460
einzelne Buchen	1450	1380	1375	1400	?	1440	1440
aktuelle Waldgrenze	1580-1660	1500-1630	1550-1650	1350-1500	1650-1750	1400-1450	1400-1500

### Schneeböden als Standortstyp über Kalkgestein

Niederschlagshöhe und jahreszeitliche Verteilung, Menge der Schneefälle und Dauer der Schneedecke können lokal sehr stark variieren. Die kleinräumig überaus wechselhaften Relief-, Boden- und Mikroklimaverhältnisse bedingen eine vielfältige, wenngleich in vielen Detailfragen noch ungeklärte Differenzierung der alpinen Vegetation (vgl. Abb. 30). Besondere Bedeutung für die Vegetation von Kalkschneeböden kommt dabei Mächtigkeit und Andauer der Schneedecke im Wechselspiel mit Kleinrelief und Windwirkung zu. Luvseitige Abtragung und leeseitige Ablagerung führt zu regelmäßigen und Jahr für Jahr wiederkehrenden Mustern, das Mosaik der Schneeflecken und Isochionen spiegelt sich im Mosaik der Vegetation wider, wie FRIEDEL (1965) für die Vegetation der oberen subalpinen Stufe beispielhaft kartiert hat.

Geringere Verdunstung und geringere Windeinwirkung sind generelle Charakteristika des Standorts, Kryoturbation ist durch höhere Bodenfeuchtigkeit begünstigt. Die Verstaubung von Hochgebirgsböden – Anwehung von Feinerde – sammelt sich im Winter auf Schneedecke an und wird im Frühjahr mit den Schmelzwässern zusammengeschwemmt. Höhere Nährstoffeinträge bei Schneeböden in Graben- oder Muldenlage sind die Folge.

Daneben drückt sich Exposition und Hangneigung eines Standorts deutlich sichtbar auf Strahlungssummen (Energie) und Temperaturverhältnisse für die Vegetation aus. Schneeböden – häufig in Muldenlagen oder an Hängen in nördlicher Exposition – erhalten dabei geringere Strahlungssummen und weist niedrigere Mitteltemperaturen als die Umgebungsvegetation auf – im Mittel um 1-3°C kühler (was zusätzlich verlängerte Schneebedeckung zur Folge hat). Dabei können die Maxima der Tagestemperaturen und die Amplituden des Tagestemperaturverlaufes durch die Stauwirkung der windgeschützten Muldenlage – bei starker, bodennaher Erwärmung – aber dennoch deutlich über der von benachbarten Standorten liegen (vgl. SINGER 1988).

Ein wesentlicher Faktor von Schneeböden über Kalksubstraten ist die Bodenbeweglichkeit, die stärker ausgeprägt ist als bei vergleichbaren Standorten über Silikatgesteinen. Der Untergrund hat oft Schuttcharakter, unterschiedliche Festigung bzw. Beweglichkeit sind damit eine weitere Ursache für die hohe Standortvielfalt dieser Vegetation, welche im Gegensatz zu den vergleichsweise einheitlichen Standortausprägungen und floristischen Ausstattung der Silikatschneetälchen steht.

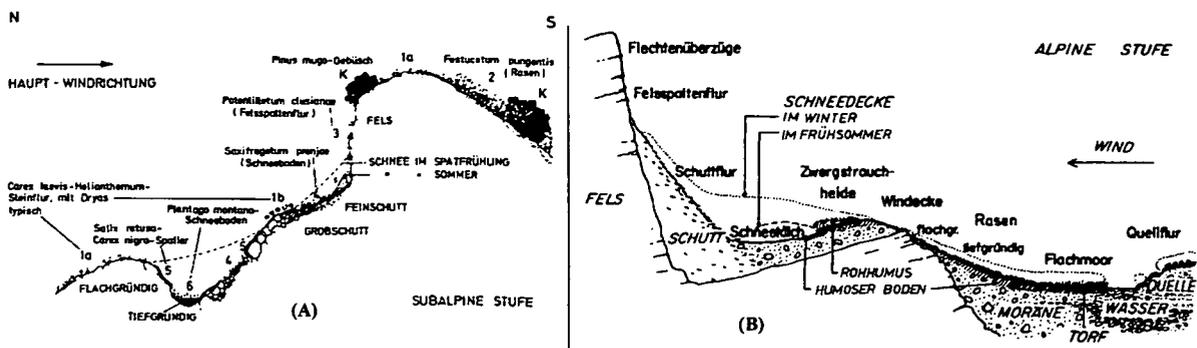


Abb. 30: Kleinräumiger Wechsel von Vegetation und Boden am Beispiel (A) des Cvrnca-Gebirge (Dinariden; Herzegowina) und (B) der Zentralalpen (halbschematisch; aus HORVAT & AL. 1974 bzw. ELLENBERG 1986).

## Methoden

Die Arbeiten im Gelände erfolgten in den Vegetationsperioden der Jahre 1990-1993. Die ersten beiden Jahre waren die Phase einer intensiven Felderhebung von Standorten und ihrer Vegetation in den „Hauptuntersuchungsgebieten“, die beiden folgenden Jahre dienten der Absicherung der Ergebnisse hinsichtlich Standortcharakterisierung. Stichprobenartige Überprüfungen der Schneebedeckungszeiten und Zusatzbegehungen in den „Nebengebieten“ rundeten das gewonnene Bild ab. Die Gruppierung der Pflanzenbestände nach floristischer und/oder ökologischer Ähnlichkeit und ihre Abstraktion zu Typen ist zwar ein mehr oder weniger umfangreicher Teil jeder vegetationskundlichen Arbeit, kann letztendlich aber nur ein Aspekt von vielen sein, um die Struktur, und Dynamik von Pflanzenbeständen zu erforschen sowie Aussagen über das ökologische Verhalten der am Bestandaufbau beteiligten Arten machen zu können.

Zu bedenken ist, daß jeder Vorgang der Vegetationsuntersuchung – von der Datenerhebung, über -verarbeitung und Typenbildung bis hin zur Darstellung der Vegetation mittels Tabellen, Karten und Diagrammen – eine Veränderung des Abbildes der realen Vegetation nach sich zieht. Die erhobenen Daten zu Vegetation und Standort der Schneeböden sollten daher bei hoher Effizienz möglichst objektiv nachvollziehbar zu erheben und zu verarbeiten sein.

### Vegetationskundliche Arbeitsmethoden – Datenerhebung in alpinen Gebieten

Die Vegetationsdaten wurden in Anlehnung an die pflanzensoziologische Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) als sogenannte *Vegetationsaufnahmen* erhoben (Zürich-Montpellier-Schule). Dabei werden nach subjektiver Flächenauswahl am gegebenen Standort alle auftretenden Pflanzenarten (Phanerogamen und Kryptogamen) notiert, die Artmächtigkeiten (Deckung und Abundanzen) bestimmt und die ökologischen Parameter beschreibend aufgenommen. Die Details werden in der Folge diskutiert (vgl. dazu ELLENBERG 1956, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980, DIERBEN 1990, DIERSCHKE 1994).

### Jahreszeit der Vegetationsaufnahme

„Die Wahl der Jahreszeit bereitet dem Vegetationskundler bei Arbeiten im Hochgebirge keine Schwierigkeit. Diese liegt vielmehr darin, daß er, sobald die Vegetationszeit beginnt, an allen Stellen zur gleichen Zeit sein sollte“ (ZOLLITSCH 1968). Viele Arten der Schneeböden treiben bereits unter der Schneedecke aus oder kurz nachdem die Schneeflecken geschmolzen sind. Die Vegetationsaufnahmen könnten daher bereits unmittelbar nach Freiwerden der Schneeböden durchgeführt werden. Um jedoch nicht allzu verschiedene Zustände mit unterschiedlichen Deckungsverhältnissen aufzunehmen, wurden die Flächen erst zur Zeit der vollen Entwicklung erhoben, in der Regel ab 2-3 Wochen nach der Schneeschmelze. Die Bestandesveränderungen innerhalb einer Vegetationsperiode erwiesen sich als relativ gering, so daß der gesamte Zeitraum bis über die ersten Schneefälle hinaus zur Datenerhebung genutzt werden konnte.

### Flächenauswahl und Größe der Aufnahmefläche

Die Auswahl der Pflanzenbestände stellt die erste Stufe der Datenveränderung in einer Kette von Transformationen vom realen Bestand bis hin zum letztausgegebenen Resultat dar. Ihr

kommt daher größte Bedeutung zu, um Daten vergleichbar zu machen und eine akzeptable Basis für die Dateninterpretation zu schaffen – erst recht, wenn die Daten multivariaten Analyseverfahren zugänglich gemacht werden sollen, und das Problem der Stichprobenwahl aus der (vorher definierten) Grundgesamtheit zu lösen ist.

Die Pflanzensoziologie (vgl. DIERBEN 1990, DIERSCHKE 1994) fordert visuelles Erkennen und Differenzieren von Pflanzengesellschaften auf der Basis einzelner Bestände (Aufnahmeflächen) unter Zuhilfenahme folgender Kriterien:

1. Der Pflanzenbestand sollte auf der betrachteten Aufnahmefläche möglichst einheitlich bleiben (floristische und physiognomisch-strukturelle Homogenität).
2. Die Standortbedingungen müssen innerhalb der Aufnahmefläche einheitlich bleiben (ökologische Homogenität).
3. Die Aufnahmefläche sollte innerhalb des floristisch-ökologisch homogenen Pflanzenbestandes möglichst groß gewählt sein, um möglichst alle zum Bestand gehörenden Arten (und damit die vor Ort auftretenden Arten einer Pflanzengesellschaft) erfassen zu können. Eine mehr oder weniger einheitliche Flächengröße innerhalb vergleichbarer Gesellschaften ist anzustreben.
4. Vermeintliche Übergangsbereiche (Ökotone) bleiben weitgehend ausgespart (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964, GLAVAC 1996).
5. Die Gestalt der Probefläche erscheint meist belanglos, üblicherweise werden regelmäßige Vierecke oder Kreise als Bezugsfläche gewählt.
6. Die Wahl der Gesamtheit der Aufnahmeflächen soll die Variation der zu untersuchenden Vegetation (bzw. Vegetationstypen) möglichst effektiv repräsentieren, verschiedene Phytozönosen in ihren mengenmäßig realen Verhältnissen wiedergeben und unvollständige und Mischbestände ausschließen (vgl. WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980).

Diese Methode hat den Vorteil der – bei einiger Erfahrung – leichten Anwendbarkeit und einer schnellen Erfassung auch größerer Gebiete, zeigt jedoch den Makel der „Subjektivität“, verbunden mit oftmals fehlender Lokalisation der exakten Aufnahmestelle vor allem bei den in Betracht stehenden alpinen Gebieten. Die „subjektive Flächenauswahl“ läßt daher bis zu einem gewissen Maß Reproduzierbarkeit vermissen und kann zur Vernachlässigung unzureichend bekannter Gesichtspunkte führen. Durch „theoretische Erfahrungssuche“ – Erhebungen, die zu eng an das Vorwissen gebunden bleiben – besteht die Gefahr, daß vom „Suchbild“ der Vegetationstypen abweichende Flächen unberücksichtigt bleiben, die Analyse auf wenige „theorievorgegebene“ Ausschnitte beschränkt bleibt und mögliche Vegetationsbilder und –zusammenhänge unentdeckt bleiben. Ebenso besteht die Gefahr, schlechterdings folgend der Tüxen-Schule, umgebende Flächen als Übergänge, als „untypisch“, „fragmentarisch“ oder „verarmt“ unberücksichtigt zu lassen oder später aus bei der Erstellung der Vegetationstabellen aus diesen zu entfernen.

Dies zeigt sich vor allem in manchen im Rahmen von Diplomarbeiten und Dissertationen erhobenen Vegetationsuntersuchungen, die gerade für alpine Pflanzengesellschaften (und dabei besonders für die Vegetation von Schuttfluren und Schneeböden) oftmals die einzige Datenbasis für manche Gebirge darstellen (vgl. PIGNATTI-WIKUS 1959, GUMPELMAYER 1967, WEISKIRCHNER 1978, HERBST 1980, HAUPT 1985, GRABNER 1989, HEMETSBERGER 1990 oder RUTTNER 1994; auch die vorliegende Arbeit kann ich davon nicht ausnehmen).

Zahllose Publikationen beschäftigten sich daher mit dem Problem der Flächenauswahl und -abgrenzung. Zufallsentnahme in Kombination mit systematischer Flächenauswahl oder Stratifizierung sind bei unterschiedlichen Fragestellungen die am häufigsten angewandten und immer wieder verbesserten Methoden (vgl. JONGMAN & AL. 1995).

Die Zufallsentnahme erweist sich als besonders sinnvoll in gänzlich unbearbeiteten aber verhältnismäßig kleinräumigen Gebieten, bei der Arbeit mit Vegetationskomplexen und bei speziellen (syn-)ökologischen Fragestellungen. Die „systematische“ Flächenauswahl – eine regelmäßige, nach strengen Kriterien vorgenommene Erhebung – setzt bei unregelmäßiger Topographie detaillierte Vorerhebungen zur Standortsökologie und Geomorphologie voraus. Sie kann sinnvoll eingesetzt werden bei kleinräumigen Analysen in zu untersuchenden Vegetationskontinua oder in weiträumigen Ökotonen bzw. kontinentweiten Vegetationsuntersuchungen.

In einer „stratifiziert-systematischen“ Flächenauswahl werden auf der Basis ökologisch definierter Straten mittels stochastischer Flächenwahl Strukturanalysen und Gradientenanalysen bei verminderter Zahl von Erhebungsflächen mit großer Aussagekraft durchgeführt werden (vgl. REITER & GRABHERR 1997).

Betrachtet man natürliche Vegetationseinheiten und -komplexe der alpinen und subnivalen Höhenlage, so fällt dort der kleinräumige Wechsel von Vegetation und Standort auf. Die scharfen Grenzen, die für anthropogen bedingte oder menschlich beeinflusste Vegetationstypen aber auch für manche natürliche Vegetationseinheiten niedriger Lagen gelten mögen, verschwimmen in der Hochgebirgsregion zunehmend und erlauben gerade an den Übergängen alpine Rasen zu Schuttfluren oder Schneeböden keine linienhaften Abgrenzungen. Bedingt sind diese Vegetations-„Katenas“ durch mehrfache Gradienten in den zugrundeliegenden Standortfaktoren, darunter besonders auffallend die der Schneebedeckung, der Bodenbewegung und -wasserverhältnisse sowie auch der Temperaturbedingungen im Mikroklimabereich. Auch die Grenzen von Felsstandorten zu darunter- bzw. darüberliegenden Schuttfluren und Rasen sind nur selten eindeutig. Auflösung der Felsen in schroffes Gelände oder schuttbedeckte Felsabsätze und Rinnen führen zu entsprechenden Übergängen in den Standortfaktoren.

Der Vorwurf an die zufällige Stichprobenauswahl, sie wäre unsinnig, weil die Flächen uneinheitlich erhoben und seltene Typen außer acht gelassen werden könnten (zuletzt DIERSCHKE 1994) kann damit leicht entkräftet werden. Zusätzlich können unterschiedliche Häufigkeiten bzw. Flächenverteilungen durch geeignete Stratifizierungsmodelle berücksichtigt werden.

Wie die Arbeit von REITER (1993) zeigt, sind diese Methoden bereits so weit erprobt, daß sie in wenig bekanntem Gelände sowie auch bei unzureichend bekannten Vegetationstypen erfolgreich eingesetzt werden und für die traditionelle Vegetationskunde neue Ergebnisse liefern können. Stichprobenpläne bedürfen in unbekanntem Terrain jedenfalls genauer Vorüberlegungen – gleich welche Methoden der Datenerhebung angewandt wird. Zumindest für anthropogen beeinflusste Phytozönosen der montanen Stufe sind die Ergebnisse der stratifizierten Stichprobenauswahl mit den Erhebungen erfahrener Pflanzensoziologen auf einem abgegrenzten Gebiet auch durchaus vergleichbar, bieten jedoch den Vorteil bereits von vornherein den Bezug zu topographischen und ökologischen Faktoren aufzuweisen. Flächenbezogene Analysis mit statistischem Hintergrund werden dadurch erst in intensivem Maße möglich.

Die Auswahl der Probeflächen nach deutlich objektiveren Methoden durch stratifizierte Flächenwahl schien naheliegend. Trotz aller Bedenken wurde aber in der vorliegenden Arbeit an der subjektiven Flächenauswahl festgehalten. Zu dürftig waren die Kenntnisse der Vegetation von Kalkschneeböden insgesamt<sup>4</sup>, die Erfassung ihrer Variabilität über das ausge-

---

<sup>4</sup> vgl. EGGENSBERGER (1994): „In welcher Form die Bestände der Kalkalpen von denen des Kristallins abzutrennen sind, ist auch mit den wenigen eigenen Aufnahmen nicht zu beantworten. Dazu bedarf es wohl einer monographischen Bearbeitung dieser Gesellschaften, die eine Abgrenzung verschiedener Rassen entlang eines von den Zentralalpen nach außen gerichteten Kennartengefälls zum Ergebnis haben dürfte.“

dehnte Gebiet der Nördlichen Kalkalpen schien deshalb vorranglicher als eine Analyse eines kleineren Gebietes bei gleichzeitig detaillierter Erfassung zusätzlicher standortsökologischer Parameter. Grundlegende Daten für eine Stratifizierung waren darüberhinaus nicht im gewünschten Maß oder ihre Zusammenstellung rechtfertigte den Aufwand nicht.

Die nötigen ökologischen Parameter konnten auch bei subjektiver Flächenauswahl erhoben werden. Die Eintragung der Lokalitäten in Kartenmaterial des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (1:50.000) bzw. des Österreichischen Alpenvereins (1:25.000) erleichtert das Wiederauffinden, eine metergenaue Erfassung der Aufnahmeflächen kann im komplexen Mulden/Kuppen bzw. Dolinen-Relief auch mit moderneren Methoden (GPS) nicht vorgenommen werden. Dennoch muß an dieser Stelle betont werden, daß die Ergebnisse nur vorläufige sein können, und einer – zumindest exemplarischen – Absicherung und Erweiterung in ausgewählten, stratifizierten Gebieten bedürfen.

Die Homogenitätskriterien (Kriterien 1 und 2 der Flächenwahl) sind vergleichsweise selten an den zu betrachtenden Vegetationstypen direkt „geeicht“. Bei aller Übereinstimmung der mittels „Braun-Blanquet-Methode“ gewonnenen Vegetationsaufnahmen, so fehlt zumindest hinsichtlich Bestandshomogenität eine standardisierte Methode, wenn die Ergebnisse verschiedener (Literatur-)Quellen zu vergleichen sind. Dies ist auch für die am Ende der Arbeit wiedergegebene Übersicht der Pflanzengesellschaften zu bedenken.

Auch das Kriterium 3 der Flächenauswahl bedarf einer weiteren Erläuterung. In der Definition der Pflanzensoziologie braucht jeder Vegetationstyp in Abhängigkeit von Artenzahl und Wuchsformen eine Mindestfläche, um sich voll zu entwickeln. Die Festlegung dieser minimalen Flächengrößen erfolgt über Art-Areal-Kurven, die Bestimmung dieser Minimum-Areale wurde hinreichend diskutiert (vgl. MORAVEC 1973, DIETVORST 1982, BARKMAN 1989). Richtwerte für verschiedene Vegetationstypen liegen ebenfalls vor (Bsp. in BRAUN-BLANQUET 1964, DIERSCHKE 1994, GLAVAC 1996). So werden Minimumareale für Moosbestände mit bis zu 1 m<sup>2</sup> angegeben, für Felsfluren bis 5 m<sup>2</sup>, für Schneetälchen bis 10 m<sup>2</sup> und für Schuttfluren 25-100 m<sup>2</sup>.

Beispielhafte Erhebungen in unterschiedlichen Typen von Schneeböden und Schuttfluren bestätigten im wesentlichen diese Richtwerte, zeigten andererseits aber die starke Abhängigkeit von Mikroreliefverhältnissen mit kleinräumigen Nischen für oft als „Zufällige“ bezeichnete Arten, wie dies aus *Abb. 31* deutlich ersichtlich ist.

Die zum Teil wenig bekannte floristische Ausstattung von Kalkschneeböden und deren Heterogenität führten dazu, daß die Aufnahmeflächen nicht primär nach floristischen Kriterien – wiewohl einzelne charakteristische Sippen beim Auffinden der Standorte hilfreich waren – sondern vorwiegend unter Rücksichtnahme auf standortsökologische Homogenität festgelegt wurden. Bodenstruktur, einheitliche Exposition, Inklination und geomorphologische Position dienten als Entscheidungshilfen, beobachtbare oder abschätzbare Dauer der Schneebedeckung bzw. des Abschmelztermins waren weitere Auswahlkriterien. Aus der Grundgesamtheit wurden Flächen in möglichst gleichmäßiger Verteilung über verfügbare Standorte und aus allen erreichbaren Höhenlagen erhoben. Die angestrebte proportionalverteilte Erhebung der Bestände bezüglich vorhandener Vegetationstypen bzw. Standortsqualitäten wird wohl nicht erreicht sein, vor allem seltene Typen könnten aufgrund ihrer „Besonderheit“ in der Gesamtheit der Aufnahmen überrepräsentiert sein, was das Bild dadurch aber nicht übermäßig verzerren dürfte. Störender für die Analyse wäre die Nichterhebung von Flächen, deren Vegetation oder Standort im Gelände nicht als Schneeboden erkannt worden ist. Eine Überprüfung in einem enger abgesteckten Gebiet mit besser abgesicherter Stichprobenauswahl nach den wiedergegebenen Kriterien (s. o.) könnte hier Klarheit schaffen.

Die Flächengrößen wurden eher klein gehalten, um der Gefahr der Erhebung von Mosaiken und Vegetationskomplexen zu entgehen (Abb. 31). Prinzipiell wurde kein Unterschied zwischen Phanerogamenbeständen mit Moosen oder reinen Kryptogamenbeständen gemacht, da abgesehen von der Größe des Minimumareals (vgl. BARKMAN 1978) auch keine grundsätzlichen Unterschiede bestehen. Die Form der erhobenen Fläche wurde in größeren Beständen bevorzugt als Quadrat oder Rechteck gewählt, orientierte sich bei offensichtlichen Inhomogenitäten aber nach der Geländeform (v. a. in Bodenmulden oder Dolinen). Aus Teilflächen zusammengesetzte Aufnahmeflächen wurden grundsätzlich vermieden (etwa in kleinräumigen Mosaiken), da hier immer die Gefahr besteht, mögliche Unterschiede der Vegetation nicht zu erkennen und zu verwischen. Ausgrenzung oder Miteinbeziehung bestimmter Arten (Individuen) aus der bzw. in die Probestflächen – wie von älteren Pflanzensoziologen praktiziert (vgl. TÜXEN 1978) – war mit der Erhebung nach strukturell-ökologischer Homogenität des Bestandes dementsprechend nicht vereinbar. Diese Art einer „gefilterten“ Vegetationsaufnahme nach stark subjektiven Kriterien wirkt sich zudem störend aus, wenn es um die Betrachtung syndynamischer Beziehungen zwischen Pflanzenbeständen und -gesellschaften geht.

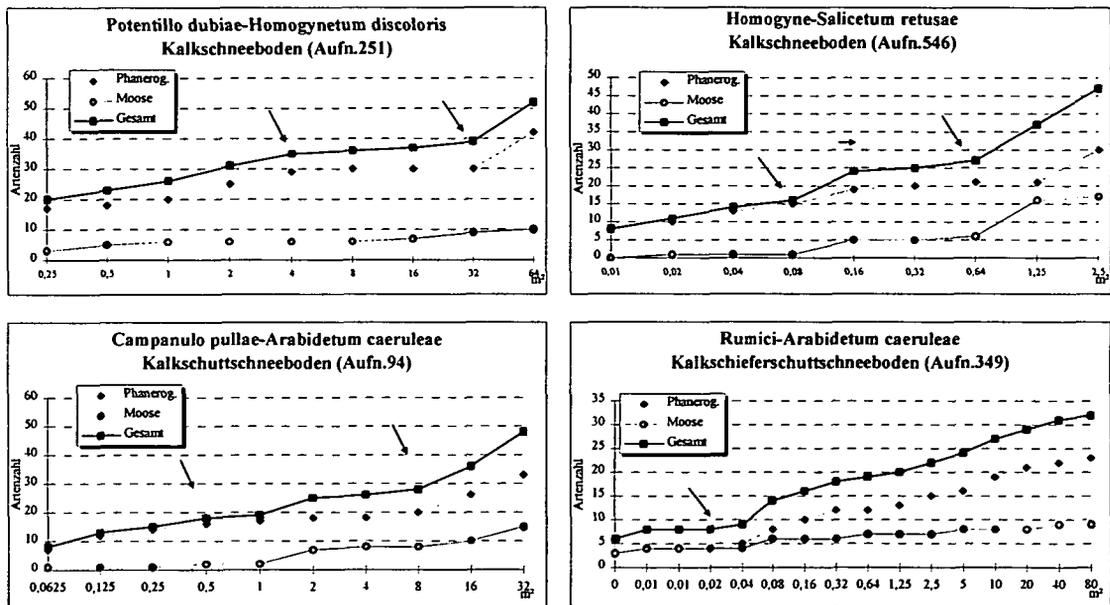


Abb. 31: Art-Areal-Kurven von Kalkschneeböden i. w. S. – a) Humose Kalkschneeböden mit *Salix retusa* zeigen Artensättigung bereits bei 1-4 m<sup>2</sup> (Aufn. 251). – b) Aufn. 546 zeigt, daß kleinräumige Nischen sofort von weiteren Moosen und bei zunehmender Größe auch von Phanerogamen besiedelt werden, die die Artenzahlen stark ansteigen lassen. – c) Kalkschuttschneeböden (Aufn. 94) können bereits zwischen 0,5 und 1 m<sup>2</sup> ihre vollständige Artengarnitur aufweisen, der Anstieg der Artenzahl bis 10 m<sup>2</sup> macht die Variabilität des Standortes deutlich. Die weitere Ausdehnung weist die Fläche bei gradueller Standortsveränderung als heterogen aus. – d) Der Kalkschiefer-Schuttschneeboden in Aufn. 349 zeigt bei scheinbarer floristischer und standörtlicher Homogenität die veränderlichen Bedingungen entlang von Schutthängen an. Sie machen in manchen Fällen die Bestimmung von Minimumarealen überhaupt unmöglich.

Wie aus Abb. 32 ersichtlich, zeigen 90% aller eigenen Vegetationsaufnahmen (Schuttfluren, Schneerasen, Schuttschneeböden und Weidenspaliere) Flächengrößen unter 10 m<sup>2</sup>, 95% aller Aufnahmen wurden auf Flächen ≤ 16 m<sup>2</sup> erhoben. Lenkt man die Betrachtung auf die

Schneeböden im engeren Sinn (Gesellschaften aus den Verbänden Salicion herbaceae, Salici-Arabidion caeruleae, Arabidion caeruleae und Soldanello alpinae-Salicion retusae) so zeigen 80% der Aufnahmen Flächengrößen bis zu 4 m<sup>2</sup>, das absolute Maximum innerhalb der erhobenen Stichprobe beträgt 9 m<sup>2</sup>. Heterogenitäten und Gesellschaftsgradienten konnten dadurch weitgehend vermieden werden, Vegetationsaufnahmen, die als „Initial-Gesellschaften“ oder „Gesellschaftsfragmente“ zu bezeichnen wären, sind in den meisten Fällen mit großer Sicherheit aufgrund der extremen Standortsbedingungen bzw. besonderer Sukzessionsverhältnisse als solche anzusprechen, ihr rudimentärer Charakter kann nicht auf zu kleine Flächenwahl zurückgeführt werden. Entgegen früherer Vorgangsweise konnten daher auch alle Vegetationsaufnahmen der numerischen Analyse und einer tabellarischen Verarbeitung zugeführt werden.

Tab. 7: Übersicht der Eigenschaften und einige mögliche Vor- und Nachteile der subjektiven (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964, DIERSCHKE 1994) und stratifiziert-zufälligen (vgl. REITER 1993, REITER & KIRCHMEIR 1997) Flächenauswahl.

(Bestands-) Eigenschaften	Fächenauswahl	
	subjektiv	stratifiziert-zufällig
Lage der Aufnahme­fläche	Anwendung der Kriterien der ökologischen und floristischen Homogenität, die vor Ort (im zu erhebenden Bestand) abzuschätzen sind	Zerlegung des Untersuchungsraumes nach festgelegten ökologisch-biotischen, strukturellen, topographischen, klimatischen, geographischen Kriterien; eingeschränkte Straten (bezüglich der Faktoren homogene Sub-Räume) mit randomisierter Flächenwahl
Homogenität	Kontrolle vor Ort bei Auswahl der Aufnahme­fläche; Homogenität bezüglich sichtbarer (zumeist floristisch-physiognomischer) Parameter	Homogenität der Flächen bezüglich der für die Stratifizierung verwendeten Parameter gewährleistet; floristische Homogenität nur bei Korrelation der Vegetationstypenverteilung mit den entsprechenden Stratenparametern gegeben
Flächengröße- und -gestalt	persönliche Einschätzung der Flächengröße nach groben Richtlinien; Gestalt zumeist rechteckig oder kreisförmig wird bei kleineren Erhebungseinheiten vielfach an die Bestands„grenzen“ oder an Strukturelemente angepaßt	Vorabfestlegung (nach möglichen Vorerhebung); Vergleichbarkeit durch einheitliche Erhebungsflächen bezüglich Größe und Gestalt gegeben; bei ungenauer Stratifizierung Gefahr von Inhomogenitäten
Lokalisierbarkeit	nach Flächenerhebung mögliche Koordinatenangabe (z. B. über GPS), zumeist fehlend	vorwegbestimmte punktgenaue Lage der Probeflächen
Vegetationserhebung	schneller Überblick über die Vegetation auch größerer Gebiete, mangelnde Datenbasis für Detailfragen; Verallgemeinerungen nur in Bezug auf erhobene Flächen möglich	Zeitintensivere Erhebungen nach Stichprobenplänen, repräsentativer Überblick nach statistischen Kriterien, bei entsprechenden Versuchsplänen gute Auswertemöglichkeit auch für Detailfragestellungen (z. B. Verteilung von Arten und Vegetationstypen); gute Verallgemeinerungsmöglichkeiten aufgrund zugrundeliegender geo-ökologischer Parameter; flächenbezogene quantitative Auswertung (Anteilsschätzung, Verteil, räumlicher Bezug, Prädiktionen) sind möglich

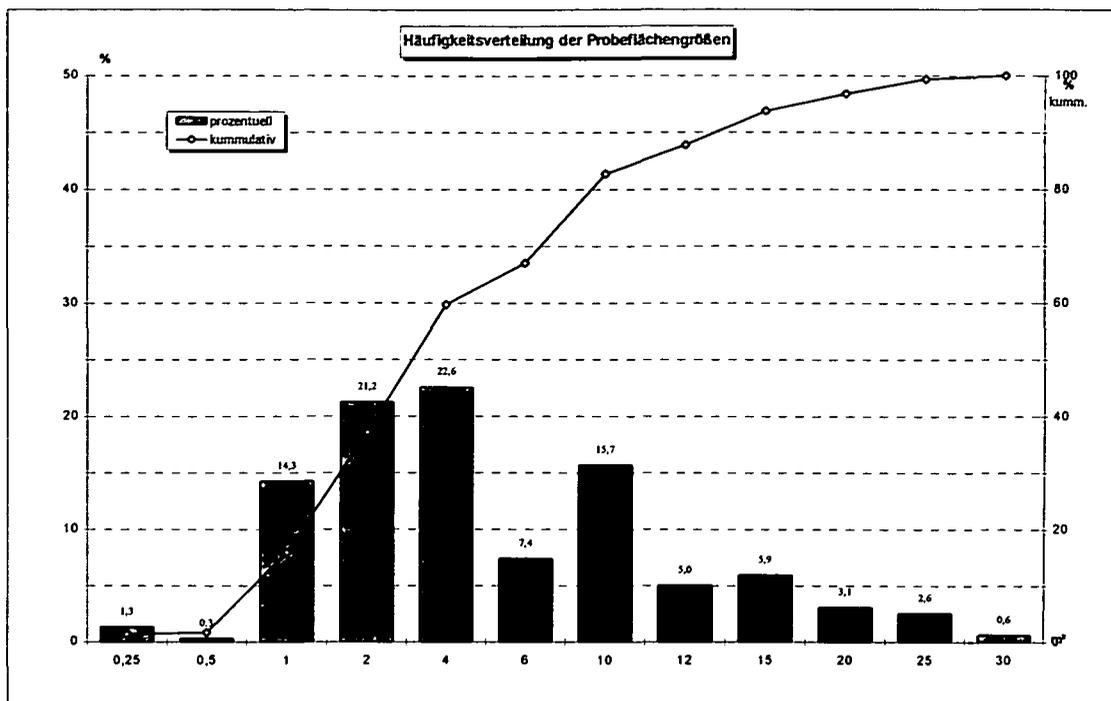


Abb. 32: Prozentuelle und kummulative Häufigkeitsverteilung der Flächengröße von erhobenen Schuttfluren und Schneeböden aus dem Gebiet der Nördlichen Kalkalpen.

### Erhebung der floristischen Parameter

Auf den abgegrenzten Flächeneinheiten wurde der Gesamtbestand aller Phanerogamen, Flechten und Moose erfasst, Pilze und Algen konnten hingegen nicht berücksichtigt werden. Die Nomenklatur der Pteridophyta, (Gymnospermae) und Angiospermae richtet sich im wesentlichen nach EHRENDORFER & AL. (1973). Die im Lauf der Jahre durch neue taxonomische Erkenntnisse und weitgehend abgesicherte nomenklatorische Befunde notwendigen Namensänderungen sind nach Möglichkeit berücksichtigt und im Anhang erläutert. Für die Bestimmung wurde vor allem FRITSCH (1922), OBERDORFER (1983), SCHUBERT & VENT (1990), HESS & AL. (1976-1980) sowie HEGI (1935-1984) herangezogen. Die Exkursionsflora von Österreich (ADLER & AL. 1994) war zum Zeitpunkt der Geländearbeiten noch nicht verfügbar, so daß in vielen Fällen, besonders bei hochalpinen Sippen der nordöstlichen Kalkalpen (z. B. *Alchemilla*, *Cerastium*, *Draba*, *Doronicum*, *Leontodon*, *Pritzelago* [= *Hutchinsia*], *Taraxacum*) auf Spezialliteratur zurückgegriffen werden mußte, die hier nicht zur Gänze angeführt werden kann. Die eigenen Bestimmungen wurden in vielen Fällen durch L. Schrattehendorfer und H. Niklfeld überprüft und bestätigt bzw. korrigiert, manche Formenkreise konnten durch eigene sippensystematische Untersuchungen geklärt werden (z. B. ENGLISCH 1995). Die für die Vegetation der Schneeböden nicht unwesentliche Gattung *Alchemilla* konnte auf der Basis von LIPPERT & MERXMÜLLER (1974-1982) und FRÖHNER (1983, 1986, 1992) sowie durch die aufschlußreichen Unterweisungen durch S. Fröhner im Zuge einer Exkursion im Dachsteingebiet vollständig berücksichtigt werden. Innerhalb der Gattung *Taraxacum* konnten die häufigsten Sippen determiniert werden, einige weitere wurden zwar als eigene Taxa erkannt mußten aber unbenannt bleiben (sie werden in der Folge als *Taraxacum* spec. 1 bis 5 bezeichnet, alle der Sect. *Alpina* zugehörig). A. Blab leistete in all diesen Fällen

wertvolle Hilfe. Die Gattung *Salix* erwies sich für die vorliegende Arbeit als weitgehend unproblematisch, die wenigen kritischen Fälle wurden von E. Hörandl überprüft und bestätigt. Die Nomenklatur der Moose richtet sich nach FRAHM & FREY (1992), für die Bestimmung waren darüberhinaus SMITH (1990) und SMITH (1993) unersetzlich. In vielen Fällen half H. Zechmeister fachkundig weiter. Flechten wurden nach POELT (1969) und WIRTH (1980) bestimmt, die Nomenklatur richtet sich nach WIRTH (l. c.). Alle (der in Summe mehr als 1000) Belege von Phanerogamen und Kryptogamen liegen im Privatherbarium Th. Englisch. Aggregate (agg.; taxonomisch ranglose Zusammenfassung ähnlicher aber nicht unbedingt näher verwandter Arten zu Arten-Gruppen) wurden bei der Erhebung in unterscheidbare Arten aufgelöst, bekannten Gliederungen von Arten in Unterarten (subsp.) wurde so weit wie möglich Rechnung getragen, vor allem bei jenen Taxa, deren Feingliederung erhöhte ökologische Aussagekraft versprach.

Tab. 8: Deckungswerte der Braun-Blanquet-Skala (BR.-BL.), modifiziert (modif.) nach VAN DER MAAREL (1979), numerische Werte (num.), mittlere Deckungsprozente, ihre Definition, sowie Konvertiermöglichkeit in andere deckungsskalen (DOMIN-, DOING- sowie HULT-SERNANDER-Skala; vgl. auch Tab. 9).

BR.-BL.	modif.	num.	mittlere Deckungs%	Definition: Bedeutung der Skala nach BRAUN-BLANQUET	DOMIN	DOING	HULT-SERNANDER
r	r	1	0,02	1 bis 2 mal vorkommend, nicht deckend	+	p	
+	+	2	0,1	gelegentlich (3-15 mal) vorkommend, nicht deckend	1, 2	r	
1	1	3	2,5	häufig und <5% deckend	3	a	1
(1)	2m	4	4,5	sehr häufig und ≤ 5% deckend	(3)	m	
2	2a	5	8,75	>5 bis 12.5% deckend	4	l	2, 3
(2)	2b	6	17,75	>12.5 bis 25% deckend	5	2	
3	3	7	37,5	>25 bis 50% deckend	6, 7	3, 4 (5)	4
4	4	8	62,5	>50 bis 75% deckend	8	(5) 6, 7	
5	5	9	87,5	>75 bis 100% deckend	9, 10	8, 9, 10	5

Tab. 9: Deckungswert-Skalen nach HULT-SERNANDER, DOMIN und DOING.

Skala nach HULT-SERNANDER	
1	0-6%
2	6-12,5%
3	12,5-25%
4	25-50%
5	50-100%

DOMIN-Skala	
+	1 x, reduzierte Vitalität
1	rar, <1%
2	zerstreut ~ 1%
3	2-4%
4	5-10%
5	10-25%
6	25-33%
7	33-50%
8	50-75%
9	75-90%
10	90-100%

DOING-Skala	
r	0.5%
p	1%
a	2-3%
m	4%
1	5-15%
2	15-25%
3	25-35%
4	35-45%
5	45-55%
6	55-65%
7	65-75%
8	75-85%
9	85-95%
10	95-100%

Tab. 10: Soziabilitätsklassen nach BRAUN-BLANQUET (1964).

Wert	Bedeutung
1	einzelw. wachsend
2	horstförmig
3	Flecken, Polster, Trupps
4	Teppiche, Kolonien
5	Herden, deckend

Zusätzlich zur floristischen Ausstattung eines Bestandes (qualitative Daten) wurden die Deckungsverhältnisse in Vertikalprojektion (quantitative Daten) nach der Skala von BRAUN-BLANQUET (1964), in der verfeinerten Einteilung nach BARKMAN & AL. (1964) ermittelt (vgl. dazu auch VAN DER MAAREL 1979, WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980). Bedeutung der erweiterten Braun-Blanquet-Skala und Konvertierbarkeit in anderen Skalen ist in *Tab. 8* dargestellt. Im Vergleich zu anderen Skalen zeigt die Braun-Blanquet-Skala eine starke Betonung der unteren Deckungsklassen. Dies unterstreicht einerseits das Charakterartenkonzept, wo das Vorhandensein einer Art zum Teil als wichtiger angesehen wird als deren Deckungen.

Andererseits zeigt sie, besonders durch die Unterteilung der Deckungswertklasse 2 in 2m, 2a und 2b, Vorteile bei der Bearbeitung offener Vegetationseinheiten, deren Komponenten immer in den unteren Skalenbereichen decken. Zu berücksichtigen ist dabei, daß die Skalenwerte r, +, 1 und 2m nach der Häufigkeit des Auftretens einer Sippe vergeben werden, die Einteilung der darüber anschließenden Deckungswertklassen nach der Deckung erfolgt. Die Artmächtigkeitsskala nach Braun-Blanquet wird daher auch als „kombinierte Abundanz-Dominanz-Skala“ (engl.: *cover-abundance-scale*) bezeichnet (vgl. *Tab. 8*). Die früher oftmals mitberücksichtigte Soziabilität (vgl. ) ist dagegen weitgehend mit der Wuchsform einer Art korreliert und zeigte für die numerische Bearbeitung nur höchst geringen Informationsgehalt. Sie erwies sich daher als weitgehend nutzlos.

Beim Vergleich der Skala nach Braun-Blanquet mit Prozentskalen zeigt sich die große Übereinstimmung mit den über eine Wurzelfunktion skalartransformierten mittleren Deckungsprozenten<sup>5</sup>. Die Korrelation mit einer Logarithmus-Funktion der mittleren Deckungen ist zumindest für Deckungswerte >1 gegeben (vgl. *Abb. 33.1*). Dies ist insofern von Bedeutung, da aus diesem funktionellen Zusammenhang die Rechtfertigung für die numerische Behandlung der Vegetationsdaten abgeleitet wird. (Dennoch ist für jede Analyse zu bedenken ist, daß die Werte immer nur auf Ordinalskalenniveau erhoben wurden.) Die Bedeutungen bzw. die mittleren Deckungsprozent-Werte anderer, vorwiegend in Skandinavien und Rußland gebräuchlicher Skalen sind *Tab. 9* zu entnehmen. Bei der Gegenüberstellung zur Braun-Blanquet-Skala (vgl. *Abb. 33.3*) fällt der streng lineare Aufbau der in der Niederlande gebräuchlichen Doing-Skala (vgl. DOING 1954, 1969) auf, was bei vielfach durch Sigma- oder Exponentialfunktionen beschreibbaren Artreaktionen nicht unbedingt Vorteile bieten muß.

Die Hult-Sernander-Skala (vgl. HULT 1881, SERNANDER 1898, DU RIETZ 1921) erweist sich für mitteleuropäische Verhältnisse als zu grob, während die Domin-Skala (vgl. DOMIN 1933, EVANS & DAHL 1955) weitgehenden Gleichlauf mit der Braun-Blanquet-Skala zeigt. Letztere könnte sich aber als aufgrund der feineren Skaleneinteilung besonders bei alpiner Vegetation als sehr brauchbar erweisen. Ein rein auf Abundanzen beruhendes Schätzverfahren könnte gerade in offenen Pflanzengesellschaften alpiner Gebieten einen weiteren Vorteil bieten. Auch die Domin-Skala zeigt einen deutlichen Zusammenhang mit wurzeltransformierten mittleren Deckungsprozenten (vgl. *Abb. 33.2*), der Mangel der schlecht auswertbaren 2m-Klasse der verfeinerten Braun-Blanquet-Skala (vgl. BARKMAN & AL. 1964) wird überwunden. Genauere Deckungsskalen (z. B. Prozentskala; Skala nach DOING oder DOMIN; ) bieten in jedem Fall Vorteile für speziellere Fragestellungen, insbesondere für die genaue Aufnahme von Artmächtigkeitsverschiebungen auf Dauerbeobachtungsflächen (*permanent plots*) und bei Fragestellungen mit syndynamischen Inhalten. Sie können jedoch größere Genauigkeit vortäuschen, als bei reinen Schätzungen zu erheben ist.

---

<sup>5</sup>  $x_1 = \sqrt{x_{\% \text{Mittel}}}$

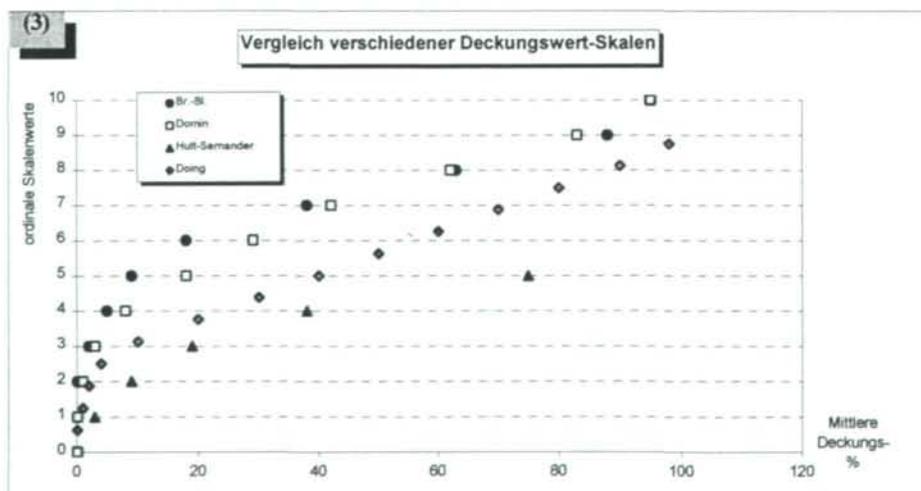
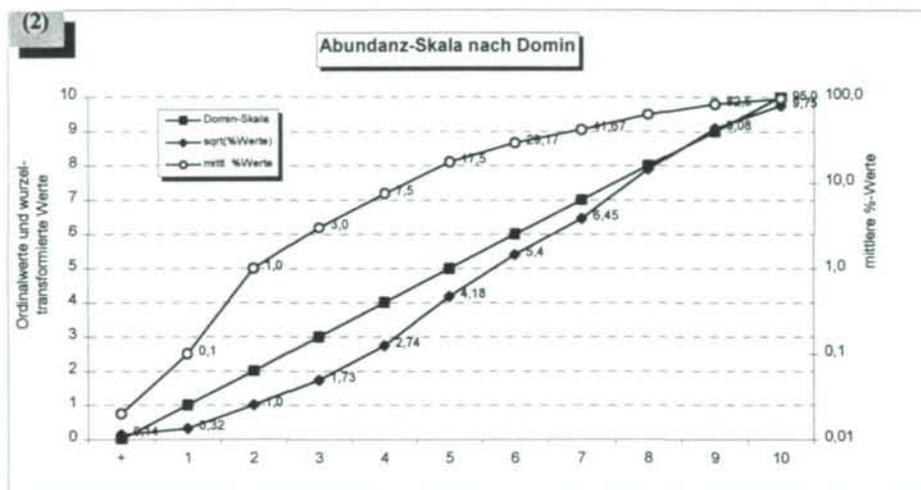
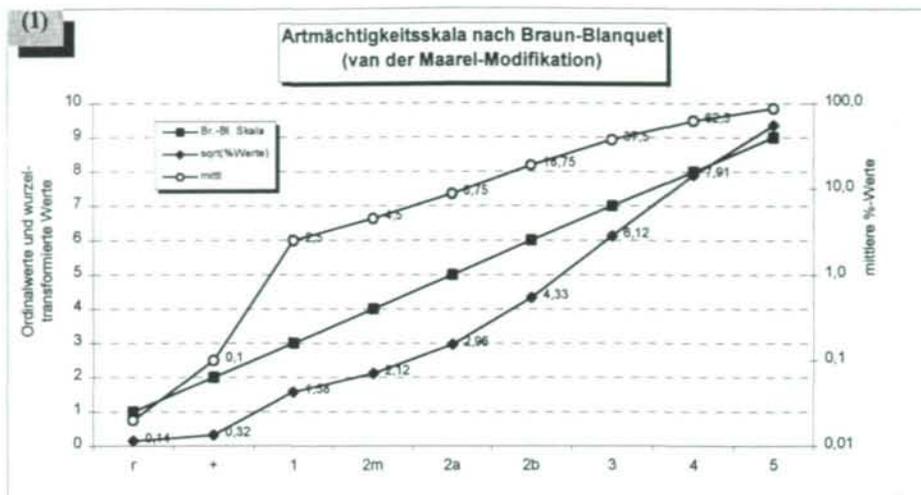


Abb. 33: (1) Skalartransformationen der Braun-Blanquet-Skala zu mittleren Deckungsprozenten über Wurzel- und Logarithmusfunktion. – (2) Skalartransformationen der Domin-Skala. – (3) Graphischer Vergleich von vier in Europa gebräuchlichen Deckungswertskalen.

Besonders wenn eine Bearbeitung von verschiedenen Personen unter schlechter Abstimmung ihrer Schätzmethode vorgenommen wird, sind die Untersuchungsergebnisse nur mehr bedingt vergleichbar.

Der Schätzung der Deckungswerte nach der Artmächtigkeitsskala (Braun-Blanquet-Skala in der van der Maarel-Modifikation) mußte aus Gründen der Vergleichbarkeit der Vorzug gegeben werden, da beinahe alle Vegetationsbearbeitungen des Untersuchungsgebietes auf Basis dieser Skala durchgeführt wurden. Andere Methoden, die größere Objektivität und auch bessere statistische Verarbeitbarkeit versprechen würden (echte Prozenterhebungen, Frequenzuntersuchungen, Punkt-Quadrat-Methode, etc.), wurden aufgrund ihrer größeren Aufwendigkeit von Beginn an ausgeschlossen. Es erscheint aber sinnvoll, die Vor- und Nachteile bei zukünftigen, detaillierteren Bearbeitungen genauer festzustellen.

Nicht erhoben (bzw. überprüft) und ausgewertet wurden Lebensformtypen. Der allgemein geringe Anteil an Therophyten und Geophyten sowie das Dominieren von Hemikryptophyten bzw. (in manchen Gesellschaften) auch das der Chamaephyten (v. a. Spalierweiden) sei an dieser Stelle hervorgehoben. Eine Bearbeitung des Wuchsformenkonzeptes mit sippencharakteristischen, morphologischen Merkmalen erfolgte in jüngster Zeit speziell für Österreich (KÄSTNER & KARRER 1995), eine numerische Datenauswertung dieser – für komplexe Vegetationszusammenhänge wichtige – Parameter ist in Vorbereitung.

#### **Erhebung der bestandscharakterisierenden und standortsökologischen Parameter**

Eine genaue ökologische Analyse verlangt eine exakte Erhebung der relevanten Standortparameter. Allen voran steht die genaue Lage der Aufnahmelokalität, welche einerseits über das Bezugssystem der Floristischen Kartierung Mitteleuropas (vgl. NIKLFELD 1971) erfaßt wurde (und somit in zukünftige Rasterauswertungen Eingang finden kann), andererseits über die punktgenaue Eintragung in entsprechendem Kartenmaterial erfolgte (ÖK 1:50000 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, und – soweit verfügbar – in Karten 1:25000 des Österreichischen Alpenvereins). Neben der Flächengröße (in m<sup>2</sup>) wurde der Bestand zusätzlich mit Wuchshöhenangaben und Deckungssummen für die einzelnen Schichten beschrieben. Die allgemeine Charakterisierung des Geländes erfolgte durch Angaben zur Seehöhe (gemessen mit einem Thommen-Höhenmesser auf ±10 m genau), zur Exposition (mit Werten nach der 8-teiligen Windrose) und der Hangneigung (in Altgrad). Das Relief wurde mit den Begriffen Ebene, Plateau, Rücken, Oberhang, Mittelhang, Unterhang, Mulde, Schlucht, Doline näher beschrieben, die Geologie nach den geologischen Karten und der Ansprache im Gelände notiert.

Höhenangaben und Neigungswerte gingen direkt in die Berechnungen der Standortähnlichkeiten ein, die Exposition wurde über die entsprechenden Sinus- und Cosinus-Werte (-1 bis +1) als Ausdruck der W-E bzw. N-S-Orientierung verarbeitet (vgl. *Abb. 34*).

Neben diesen beschreibenden Angaben wurden folgende Standortfaktoren parametrisiert, deren Auswertung jedoch noch aussteht und die daher nicht näher erläutert werden:

- Bodentyp und Humusform (nominal)
- Schuttform und dominierende Korngrößen (ordinal)
- Substratgründigkeit (ordinal)
- Substratbeweglichkeit (ordinal)
- Dauer der Schneebedeckung (ordinal in Wocheneinheiten)

An einzelnen Standorten wurden pH-Werte von Bodenproben bestimmt. Die einzelnen Proben wurden auf aktuelle Azidität und Austauschkapazität mit Aqua dest. bzw. KCl (Boden : Flüssigkeit im Verhältnis 1 : 2,5) untersucht, die Messung erfolgte jeweils nach 1

Stunde mit einem Taschen-pH-Meter der Firma WTW. Die Messungen dienten vor allem zur Überprüfung der berechneten Zeigerwerte nach ELLENBERG (1991). Eine durchgehende Bestimmung und Erhebung zusätzlicher Bodenparameter war aufgrund der langen und durchgehenden Aufenthalte im Gelände und der zum Teil schlechten Erreichbarkeit der Standorte nicht möglich.

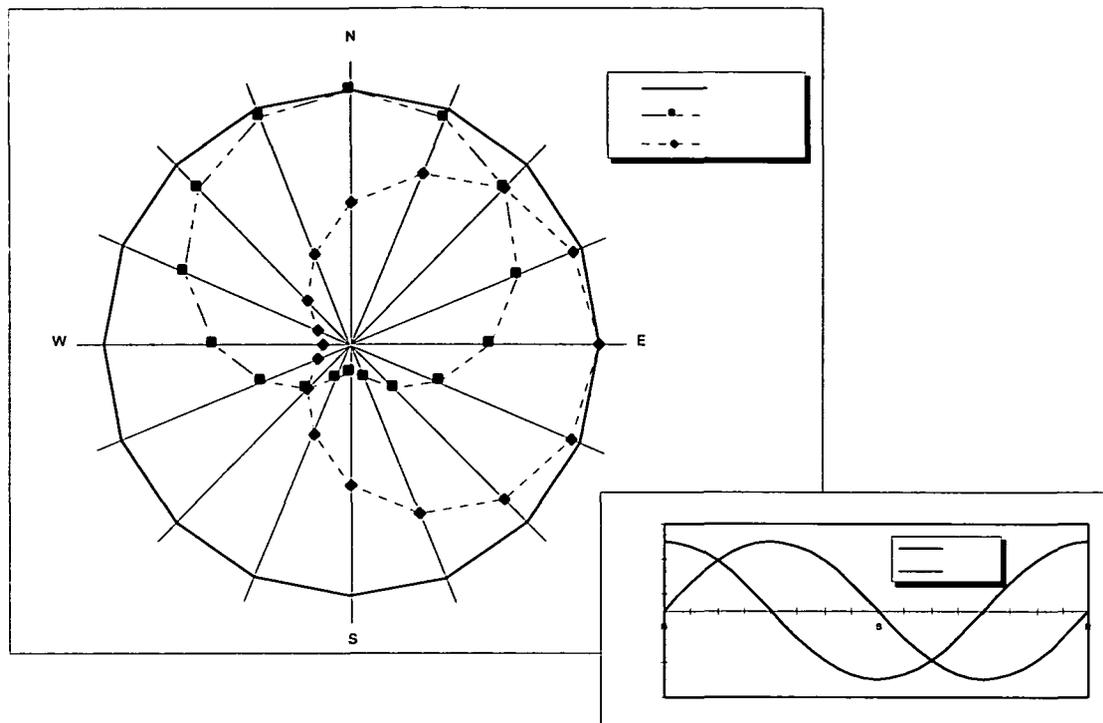


Abb. 34: Hangexposition in 16-teiliger Windrose und entsprechende Sinus- bzw. Cosinus-Werte als Ausdruck der W-E bzw. N-S-Orientierung. Beachte: Die Achse des Netzdiagramms besitzt einen Wertebereich von -1 bis +1.

### Literaturquellen

Zum Vergleich der Schneeboden- und Schuttgesellschaften wurden neben eigenen Daten auch Vegetationsaufnahmen aus der Literatur herangezogen. Die Arbeiten aus dem Gebiet der Ostalpen wurden nach Möglichkeit vollständig erfaßt und direkt in die numerischen Analysen miteinbezogen (s. u.). Eine Aufschlüsselung der Autoren ist aus der Übersicht in *Tab. 13* ersichtlich, die Lage ihrer Untersuchungsgebiete innerhalb der Ostalpen ist in *Abb. 35* dargestellt.

In den großräumigen, rein deskriptiven Vergleich fließen weiters Literaturdaten aus den Karpaten, den Gebirgen der Balkanhalbinsel, des Apennins und der Pyrenäen mit ein (vgl. *Tab. 14*). Unter den Arbeiten der nordischen Länder konnten nur die leicht zugänglichen herangezogen werden, eine aufschlußreiche Schilderung der Vegetation Nordeuropas ist aber erst jüngst erschienen (vgl. DIERBEN 1992, 1996). Die wenigen Arbeiten der russische Literatur (z. B. RABOTNOV 1987, ONICHPENKO & AL. 1992) konnten nicht im Detail berücksichtigt werden. Den Sudeten und Beskiden fehlen vergleichbare Schneebodengesellschaften (vgl. KLIMESOVA 1992, 1993).

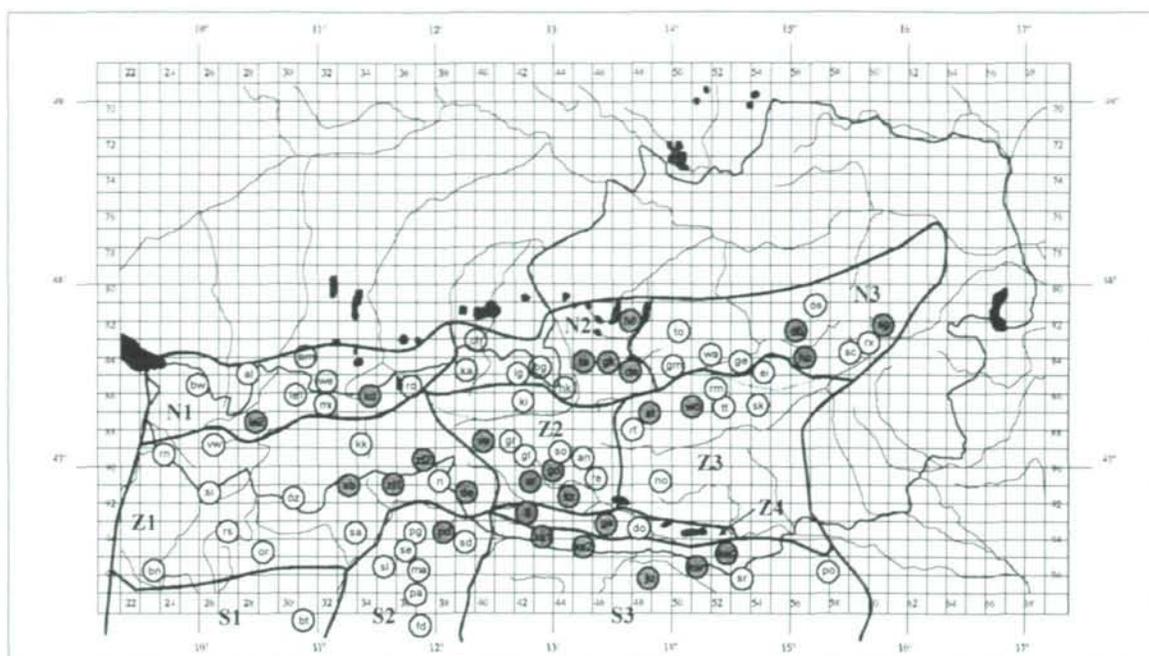


Abb. 35: Lage der aus Literaturquellen erschlossenen Vegetationsaufnahmen (offene Kreise) und der selbst begangenen Gebiete (schattierte Kreise). Die Abkürzungen der Gebirgs sind aus Tab. 11 ersichtlich.

Tab. 11: Abkürzung der Gebirgsgruppen (vgl. Tab. 13) und Legende zu Abb. 35.

Ad	Adula Alpen	Ka	Kaisergebirge	Ro	Rofan
Al	Allgäuer Alpen	Kd	Karwendel	Rs	Rätische Alpen
Am	Ammergauer Alpen	Ki	Kitzbüheler Alpen	RT	Radstädter Tauern
An	Ankogelgruppe	Kk	Kalkkögel	Rx	Raxalpe
Ap	Apennin	Ks1	Karnische Alpen (westl., z. B. Rauchkofel)	Sa	Sarntaler Alpen
Be	Berner Alpen	Ks2	Karnische Alpen (östl., z. B. Gartnerkofel)	Sb	Stubai Alpen
Bg	Berchtesgärdener Alpen	Ks3	Karnische Alpen (Voralpen)	Sc	Schneealpe
Bk	Bergamasker Alpen	Kw1	Karawanken (westl., z. B. Mittagkogel, Hochstuhl, Koschuta)	SD	Sextener Dolomiten
Bn	Bemina	Kw2	Karawanken (östl., z. B. Hochobir)	Se	Sellagruppe (Dolomiten)
Bt	Brentagruppe	Kz	Kreuzeckgruppe	Sg	Schneeberg
Bz	Bregenzner Wald	La	Langkofel-Gruppe	Si	Silvretta
Ch	Chiemgauer Alpen	Le1	Lechtaler Alpen (östl.)	Sk	Seckauer Alpen
Da	Dachstein	Le2	Lechtaler Alpen (westl.)	Sl	Schlern (Dolomiten)
De	Deferegger Berge	Lg	Leoganger Steinberge	Sn	Seealpen
Do	Dobratsch	Li	Lienzner Dolomiten	So	Sonnblick-Gruppe
Dü	Dürrenstein	Ma	Marmolada (Dolomiten)	SP	Schinige Platte
Ei	Eisenerzer Alpen	MB	Monte Baldo	Sr	Schoberggruppe
FA	Französische Alpen	Mi	Mieminger Berge	ST	Schladminger Tauern
FD	Feltriner Dolomiten	No	Nockberge	St	Steiner Alpen
Fr	Freiburger Alpen	Or	Ortler-Gruppe	Sv	Savoyer Alpen
Ga	Gailtaler Alpen	Ös	Ötscher	Sw	Schwarzwald
Gd	Goldberg-Gruppe	Öz	Öztaleralpen	Te	Tennengebirge
Ge	Gesäuse	Pa	Pala-Gruppe	Te	Tessiner Alpen
Gj	Grajsche Alpen	PD	Prager Dolomiten	To	Totes Gebirge
GK	Gosaukamm	PG	Puez-Geisler-Gruppe	TT	Triebener Tauern
Gl	Glarner Alpen	Po	Pohorje (Bachergebirge)	Uw	Untervaldner Alpen
Gl	Glockner-Gruppe	Pu	Puschlav	Ve	Venediger-Gruppe
Gm	Grimming	Re	Reißeckgruppe	Vw	Verwallgruppe
Gt	Granatspitz-Gruppe	Ri	Rieserferner Gruppe	Wa	Warscheneck
Hk	Hochkönig	Rm	Rottenmanner Tauern	We	Wetterstein-Gebirge
Hö	Höllengebirge	Rn	Rätikon	Wl	Walliser Alpen
Hs	Hochschwab			Wö	Wölzer Tauern
JF	Französischer Jura			Zi1	Zillertaler Alpen (Kreuzspitze)
JS	Schweizer Jura			Zi2	Zillertaler Alpen (Gr. Löffler)
Ju	Julische Alpen				

Tab. 12: Bedeutung der Gebietsabkürzungen zu Tab. 13.

N1	Westliche Nordostalpen [Gebiet-1]
N2	Mittlere Nordostalpen [Gebiet-2]
N3	Östliche Nordostalpen [Gebiet-3]
Z1	Westliche Zentralalpen (von Bernina/Rheintal bis zum Ostende der Zillertaler bzw. Deferegger Alpen)
Z2	Mittlere Zentralalpen (Venedigergruppe bis Ankogel-Reißeckgruppe)
Z3	Östliche Zentralalpen, Gurktaler Alpen (Nockberge), Niedere Tauern und Steirische Randgebirge
Z4	Südliche Zentralalpen, Lienzer Dolomiten und Gailtaler Alpen (Kalkkette der tektonisch zu den Zentralalpen gehörenden Gebirge)
S1	Westliche Südostalpen (vom Comosee bis zum Gardasee und Monte Baldo)
S2	Mittlere Südostalpen, Dolomiten (Trient und Prov. Bozen)
S3	Östliche Südostalpen (von den Karnischen Alpen bis zu den Karawanken und Steiner Alpen)
W	Westalpen
M	Deutsche Mittelgebirge (Schwarzwald), Schweizer und Französischer Jura, Vogesen, Massif Central
K	Karpaten
A	Apennin
P	Pyrenäen

Tab. 13: Übersicht der zur numerischen Analyse der Vegetation verwendeten Literaturdaten mit Angaben zu Autoren und deren Arbeitsgebiete im Ostalpenraum. Die Gebietszuordnung ist aus Abb. 35 ersichtlich, die Bedeutung der Abkürzungen aus Tab. 12.

Aichinger 1933: Karawanken (S3)	Höpflinger 1957: Grimming (N3)
Bartsch & Bartsch 1940: Schwarzwald (M)	Hörandl 1991: Hochkönig(N2), Hochschwab (N3)
Beguín & Theurillat 1982: Region d'Aletsch: Berner Alpen (W)	Hörandl 1993: Hochschwab (N3), Karawanken (S3)
Beguín 1972: Schweizer Jura (M)	Hörandl unveröff.: Totes Gebirge (N3)
Bolleter 1921: Weißtannental: Glarner Alpen (W)	Jenny-Lips 1930: Glarner Alpen (W)
Braun 1913: Rätisch-Lepontische Alpen (Z1)	Jochimson 1970: Rotmoosferner: Ötztaler Alpen (Z1)
Braun-Blanquet & Braun-Blanquet 1931: Glocknergruppe (Z2)	Küng 1980: Rätikon (Z1)
Braun-Blanquet & Jenny 1926: Rätische Alpen (Z1)	Lechner 1969: Zillertaler Alpen (Z1)
Braun-Blanquet 1918: Rätische Alpen (Z1)	Leconte 1976: Region d'Aletsch: Berner Alpen (W)
Braun-Blanquet 1954: Dauphiner Alpen (W)	Lippert 1966: Berchtesgadener Alpen (N2)
Brockmann-Jerosch 1907: Puschlav: Bernina (Z1)	Lüdi 1921: Lauterbrunnental: Berner Alpen (W)
Dierschke 1969: Silvretta (Z1)	Morton 1947: Dachstein (N2)
Dierßen 1984: Ötztaler Alpen (Z1)	Mucina unveröff.: Karwendel (N1), Hochschwab (N3)
Dietl 1972: Alp Fontanen (W)	Müller 1948: Schwarzwald (M)
Dimböck & Greimler 1997: Raxalpe (N3)	Oberdorfer 1950: Allgäuer Alpen (N1)
Du Rietz 1924: Buffalora: St. Bernhard (W)	Oberdorfer 1959: Matterhorn: Walliser Alpen (W), Ötztaler Alpen, Silvretta (Z1), Glocknergruppe (Z1)
Eggensberger 1994: Ammergauer Alpen (N1)	Oberhammer 1979: Pragser Dolomiten (S2)
Eppink 1981: Schneeberg (N3)	Pachemegg 1973: Hochschwab (N3)
Flütsch 1930: Bernina (Z1)	Pignatti & Pignatti 1984: Dolomiten (S2)
Frey 1922: Finsteraarhorn-Grimsel: Berner Alpen (W)	Pignatti-Wikus 1959: Dachstein (N2)
Frey 1922: Finsteraarhorn-Grimsel: Berner Alpen (W)	Poldini & Martini 1993: Friaul: Julische Alpen, Karnische Alpen, Karnische Voralpen (S2)
Friedel 1938: Ötztaler Alpen (Z1)	Quantin & Netien 1940: Französische Alpen (W)
Friedel 1956: Glocknergruppe-Mölltal (Z2)	Richard & Geissler 1976: Region d'Aletsch: Berner Alpen (W)
Furrer 1953: Tessiner Alpen (S2)	Richard 1971: Schweizer Jura (M)
Gams 1927: Follaters-Dent de Morcles: Berner Alpen (W)	Richard 1972: Schweizer Jura (M)
Gander 1984: Deferegger Berge (Z1)	Richard 1977: Lauterbrunnental: Französische Voralpen (W)
Geissler 1976: Region d'Aletsch: Berner Alpen (W)	Richard 1979: Findeln, Becs de Beson: Walliser Alpen (W)
Gerdol & Piccoli 1982: Monte Baldo (S1)	Rivas-Martinez & Gehu 1978: Berner Alpen (W)
Giacomini & Pignatti 1955: Dolomiten (S2)	Rübel 1912: Bernina (Z1)
Grabherr 1984: Montafon (Z1)	Rußmann 1977: Sengsengebirge (N3)
Grabherr unveröff.: Silvretta, Montafon (Z1)	Ruttner 1994: Höllengebirge (N2)
Grabner 1989: Hohe Tauern (Z2), Niedere Tauern (Z3)	Scharfetter 1993: Seckauer Alpen (Z3)
Greimler & Dimböck 1996: Schneeberg (N3)	Schittengruber 1961: Seckauer Alpen (Z3)
Greimler 1991: Gesäuseberge (N3)	Singer 1988: Rottenmanner Tauern (Z3)
Griehser 1992: Gamsgrube: Glocknergruppe (Z2)	Smettan 1981: Kaisergebirge (N2)
Grims 1982: Gletschervorfelder des Dachsteins (N2)	Sonnleitner 1982: Stoderzinken (Dachstein) (N2)
Guinochet 1938: Tineé, Mont Monier du Vallon de Vens: Alpes Maritimes (W)	Söyrinki 1954: Wettersteingebirge (N1)
Gumpelmayer 1967: Leoganger Steinberge (N2)	Springer 1990: Berchtesgadener Alpen (N2)
Günther 1978: Blühnbachtal: Venedigergruppe (Z2)	Thimm 1953: Rofan (N1)
Haderlapp 1982: Steiner Alpen (S3)	Tomaselli 1991: N-Apennin (A)
Hartl 1963: Eisenhut: Gurktaler Alpen (Z3)	Urban 1990: Ammergauer Alpen (N1)
Haupt 1985: Lechtaler Alpen (N1)	Urban 1991: Klammspitzkamm: Ammergauer Alpen (N1)
Hemetsberger 1990: Schladminger Tauern, Radstädter Tauern (Z2)	Wagner 1944: Ramsau: Dachstein (N2)
Herbst 1980: Obersulzbachtal: Venedigergruppe (Z2)	Weber 1981: Mieminger Kette (N1)
Herter 1990: Allgäuer Alpen (N1)	

Weiskirchner 1978: Tennengebirge, S-Seite (N2)  
 Wendelberger 1953: Glocknergruppe, Muntanitzgruppe (Z2)  
 Wendelberger 1954: Glocknergruppe, Muntanitzgruppe (Z2)  
 Wendelberger 1962: Dachstein (N2)  
 Wendelberger 1971: Raxalpe (N3)  
 Wikus 1960: Lienzer Dolomiten (Z4)

Wraber 1971: Julische Alpen (S3)  
 Zollitsch 1968: Berchtesgadener Alpen (N2), Zillertaler Alpen,  
 Ötztaler Alpen, Silvretta (Z1), Glocknergruppe (Z2), Berner  
 Alpen, Walliser Alpen (W)  
 Zötl 1950: Wettersteingebirge (N1)  
 Zötl 1952: Wettersteingebirge (N1)

Tab. 14: Berücksichtigte Literatur zu Schneebodengesellschaften und Schuttfuren aus den Gebirgen Mittel- und Südeuropas außerhalb der Alpen.

Sierra Nevada	Pyrenäen	Massiv Central	Vogesen	Schwarzwald	Jura	Schott. Hochland	Apennin
QUEZEL 1953	RIVAS-MARTÍNEZ 1969 BRAUN-BLANQUET 1948 PENAS & AL. 1991	DUVIGNEAUD & AL. 1970	OBERDORFER 1977	BARTSCH & BARTSCH 1940 MÜLLER 1948 OBERDORFER 1977	BEGUIN 1972 THEURILLAT 1971 RICHARD 1972	MCVEAN 1964	FEOLI- CHIAPELLA & FEOLI 1977 TOMASELLI 1991

Nord- und Ost-Karpaten	Süd-Karp.	Dinariden	Rhodopen	Balkan	Pindos	Peloponnes
SZAFER 1924 SZAFER & AL. 1924 SZAFER & AL. 1927 PAWLOWSKI & STECKI 1927 PAWLOWSKI & AL. 1928 PAWLOWSKI 1928	BRAUN-BLANQUET 1930 Soó 1930 KRAJINA 1933 SZAFER 1966 COLDEA 1991 MIREK & PIEKOS- MIRKOWA 1992 VALACHOVIC 1992 VALACHOVIC 1995	SCHNEIDER- BINDER & VOIK 1979 RESMERITA 1976 COLDEA 1985 SANDA 1988 COLDEA 1990 COLDEA 1991	HORVAT 1931 LAKUSIC 1966 LAKUSIC 1970 LAKUSIC & AL. 1979 DIZDAREVIC & AL. 1979	MUCINA & AL. 1990	QUEZEL 1964	QUEZEL 1964 QUEZEL 1967

## Datenverarbeitung und numerische Methoden

Die Verarbeitung der Vegetationsaufnahmen zu **Vegetationstabellen** erfolgt in der „klassischen“ Pflanzensoziologie händisch durch Sortierung nach Vegetationsaufnahmen (Spalten; Objekte) und Arten (Zeilen; Variablen; Attribute) dem Charakterartenkonzept folgend und aufbauend auf Trenn- und Kennarten und deren Treuegrad. Gruppen von Vegetationsaufnahmen auf der Basis floristischer Ähnlichkeit führen zu Typen, die in unterschiedlichen Ebenen in einem hierarchischen Ordnungssystem beschrieben werden. Erhobene Standortfaktoren (strukturell-ökologische Kriterien) sollen die Beschreibung dieser gewonnenen Vegetationseinheiten (**S y n t a x a**) untermauern.

Durch die innovativen Entwicklungen im Bereich der elektronischen Datenverarbeitung Ende der 60er/Anfang der 70er Jahre kam die traditionelle Vegetationskunde zunehmend mit numerischen Methoden in Berührung, die zu einer entsprechenden Umschwung in der Tabellenverarbeitung führte; der Beginn wurde dabei von ELLENBERG (1956) vorgezeichnet. Zum einen versuchte man Algorithmen und Programme zu entwickeln, die die herkömmliche Tabellenarbeit nachvollziehen objektiver machen sollte (z. B. HILL 1979), zum anderen wurden statistische Methoden herangezogen und weiterentwickelt, die vorerst wenig Rücksicht auf herkömmliche Gliederungskonzepte nahmen (z. B. DALE 1975, JOHNSON & GOODALL 1979, AUSTIN 1980). Vor allem im anglo-amerikanischen Raum verfolgte die Vegetationskunde – bei anderen Fragestellungen – gänzlich andere Ziele der Vegetationsinterpretation. Artverhalten entlang ökologischer Gradienten und raum-zeitliche Veränderung der Vegetationszusammensetzung standen im Vordergrund, die Vegetationsgliederung war, wenn überhaupt, nur Beiwerk (vgl. WHITTAKER 1967, WHITTAKER 1982). Die dafür herangezogenen numerischen Verfahren wurden in der Folge

auch im zentraleuropäischen Raum angewandt, v. a. die Ergebnisse „neutraler“ Clusteranalysen verknüpft mit Ordinationsverfahren bestätigten hier wiederum die Typenlehre und das floristisch-soziologische Konzept (z. B. KORTEKAAS & AL. 1976, FEOLI-CHIAPELLA & FEOLI 1977, GRABHERR 1985, ERSCHBAMER 1989, 1990; aber auch schon SØRENSEN 1948).

Die Suche nach zunehmend objektiveren Analysemethoden war und bleibt Ziel der methodologischen Diskussion in der Vegetationsökologie (wie auch in der Ökologie insgesamt), bedingt auch durch den zunehmenden Einsatz immer leistungsfähigerer Computerprogramme. Weigerte sich besonders der Kreis um Reinhold TÜXEN gegen die Beschäftigung mit und die Anwendung dieser Methoden<sup>6</sup>, so machten es Datenzuwachs und neue Forschungsansätze notwendig, diese Methoden zu akzeptieren.

Deutlich macht sich der Wandel der Vegetations- und Standortkunde von einem beschreibenden und systematisierenden Wissenschaftsgebiet, zu einer Wissenschaft, deren wichtigste Aufgabe die Analyse ökologischer Zustände und Veränderungen geworden ist, bemerkbar (WILDI 1986). Erst dadurch wird die synthetische Konstruktion und theoretische Abstraktion möglich und erlaubt überprüfbare Prädiktionen der Vegetationsentwicklung aufgrund Standortsveränderungen, Klimawandel oder innerer Dynamik (vgl. ELLENBERG 1986, GRABHERR & AL. 1989, SILVERTON & LOVETT-DOUST 1993, GRABHERR & AL. 1994, GOTTFRIED & AL. 1997). Theorien-, Modellbildung und Simulation haben Einzug in die Vegetationskunde gehalten und sie ihres Hauches der Antiquiertheit entledigt.

### **Eingabe und Verarbeitung der Daten, Computerprogramme**

Die Eingabe der vegetationskundlichen Daten und Tabellenerstellung erfolgte im Programmpaket VEGI Version 4.0 (REITER 1993). Die 9-teilige Deckungswertskala wird in den Tabellen mit den Codes „-“ für R, „+“ für + (Kreuz), 1, 2, 3, 4, 5 für die entsprechenden Zahlenwerte dargestellt. Die Unterteilung des Deckungswertes 2 in 2m, 2a und 2b wurde konsequent durchgeführt, aus Gründen der Vereinfachung und Platzersparnis scheinen sie in den Tabellen mit „m“, „a“ bzw. „b“ auf. Die Standortdaten und Literaturauswertungen wurden in Datenbanksystemen unter MS Access 2.0 erfasst.

Datenüberprüfungen und -korrekturen sowie die Konvertierung in die Formate der entsprechenden Analyseprogramme wurden mit eigens in Turbo Pascal 6.0 bzw. Borland Pascal 7.0 geschriebenen Programmen (als Schnittstellen zwischen den Programmen MS Access, SPSS, VEGI und SYNTAX) bewerkstelligt. Die Berechnung der Zeigerwerte erfolgte mit Hilfe des Programmes ELLVAL (ENGLISCH 1993).

Die statistischen Analysen wurden zu Beginn der Arbeit mit TWINSPAN (HILL 1979) und SPSS-X Version 3.0 (SCHUBÖ & AL. 1991) an der Großrechenanlage des EDV-Zentrums der Universität Wien durchgeführt. Kleinere Teildatensätze wurden mit den Programmpaketen SYN-TAX IV (PODANI 1988) und CANOCO (TER BRAAK 1987) zu Testzwecken analysiert. Die Endauswertung erfolgte mit SPSS for Windows Release 6.1.3 bzw. SPSS 7.5 for Windows NT (SPSS 1991, NORUSIS 1992, 1993), die Analysen der PCA mit CANOCO.

---

<sup>6</sup>) Die Vegetationstypen sind Grundlage für die Verallgemeinerung aller an einzelnen Pflanzenbeständen gewonnenen Befunde, sind abstrakte Begriffe. Für uns stehen die Typen der anschaulichen Pflanzengesellschaften selbst im Mittelpunkt unserer Arbeit, nicht Modelle, Diagramme, Formeln und andere Abstraktionen derselben [...] Die Vegetation wird uns nicht zu einem Probebeispiel für mathematische Methoden und Theorien [...] (TÜXEN 1974: 4).

Der Wert der Computer-Ergebnisse wird vor allem von der syntaxonomischen Fähigkeit und Erfahrung des Bearbeiters abhängen. Ein objektives Urteil über Sauberkeit der gefundenen Typen kann nur die Tabelle geben. Der Rechen-Automat kann weder Denkarbeit noch Verständnis ersetzen, sondern nur sehr schnelle schematische Berechnungen, von denen viele gewiß überflüssig sind, durchzuführen. Bisher sind neue syntaxonomische Erkenntnisse durch den Einsatz eines Computers noch nicht vorgelegt worden (TÜXEN 1974: 26-27)

## Datenanalyse

Aufgrund der Fülle des Materials und der spezifischen Fragestellung war es nicht mehr möglich, die Aufnahmen mit herkömmlichen Mitteln der Tabellenarbeit in eine Ordnung zu zwingen, die der Charakterartenlehre entsprochen hätte. Es wurde daher der Versuch unternommen, sie mit Hilfe numerischer Verfahren unter Verwertung zusätzlich erhobener Standortparameter auszuwerten und auf ihren statistisch abzusichernden Gehalt zu testen.

Die Vegetationsanalyse liefert die Beschreibung der floristischen Zusammensetzung der Vegetationstypen und der beobachtbaren Standortverhältnisse. Im einfachsten Fall läßt sich der Ablauf mit folgendem Schema darstellen:

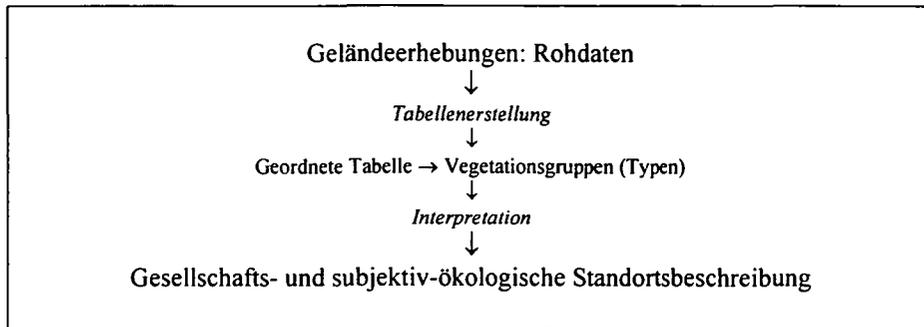


Abb. 36: Ablauf einer vereinfachten Vegetationsanalyse.

Eine umfassendere Analyse setzt die Bearbeitung von erhobenen (meß/schätzbaren) Standortparametern und der vegetationskundlichen Daten mit legitimen statistischen Verfahren voraus, getrennt gewonnene Resultate sind zusammenzuführen und abzugleichen, die ökologischen und floristischen Parameter zu faktorisieren, um die Basis für eine objektivierete ökologische Interpretation zu erlangen. Das folgende Schema soll diese Zusammenhänge verdeutlichen:

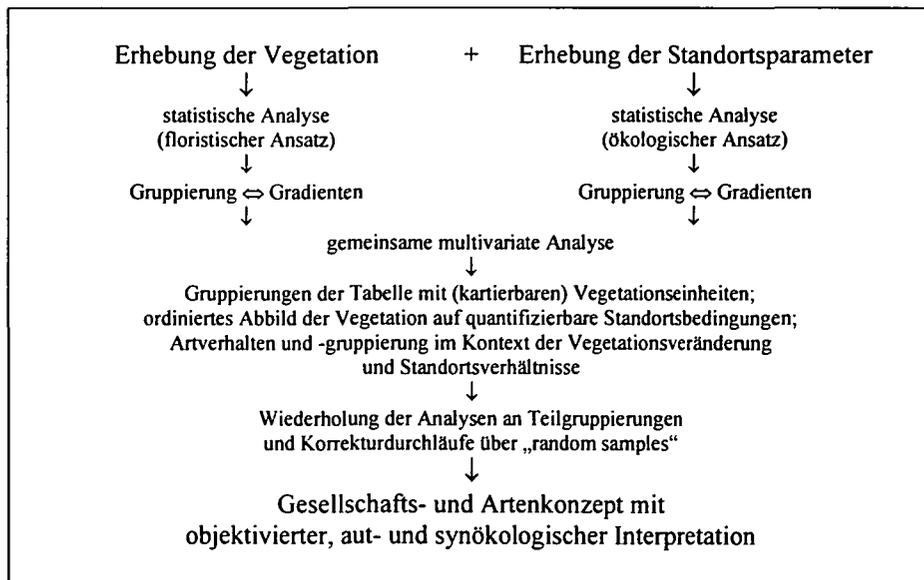


Abb. 37: Ablauf einer vollständigen Analyse von Vegetation und Standort unter Zuhilfenahme statistischer Verfahren.

Die vorliegende Arbeit hat als Hauptaugenmerk die numerische Auswertung der Vegetationsbestände (Analyse der Vegetationsaufnahmen im floristischen Ansatz). Grundeinheit soll dabei die Assoziation sein, die definiert ist als „Pflanzengesellschaft von bestimmter floristischer Zusammensetzung, einheitlichen Standortbedingungen und einheitlicher Physiognomie“ (FLAHAULT & SCHRÖTER 1910), „sowie durch Kenn- und Trennarten als floristisch selbständig zu charakterisieren“ (BRAUN-BLANQUET 1921). Standortökologische Auswertungen sind – unter Verwendung einfacher geoökologischer Parameter und gemittelter Zeigerwerte (siehe Kap. „Zeigerwertanalysen“, p.93) – ansatzweise durchgeführt. Die Analyse soll – vorwiegend um das Artenkonzept der Schneeboden- und Schuttgesellschaften zu beleuchten – zu einem späteren Zeitpunkt vervollständigt werden. Vor der eigentlichen statistischen Analyse und der Auswahl der Methoden sind mehrere Fragen zu beantworten:

- Bezieht sich die Analyse auf eine oder mehrere Stichproben?
- Erfolgt eine Analyse der Variablen (z. B. Arten, Standortparameter) oder der Objekte (z. B. Vegetationsaufnahmen, Lokalitäten)?
- Soll die Analyse Strukturen entdecken oder Strukturen überprüfen?
- Erfolgt die Analyse ein- oder mehrdimensional (eine oder mehrere abhängige Variable)?
- Sind Mittelwert- oder Abhängigkeitsanalysen durchzuführen?
- Welche Voraussetzungen verlangen die anzuwendenden multivariaten Analyseverfahren (Linearität und Additivität der Effekte, Normalverteilung, Varianzhomogenität, ...)?

Die Vegetationskunde mit herkömmlichen Erhebungsmethoden lebt mit dem Problem, daß viele der Prämissen von multivariaten Methoden nicht gegeben sind. Die vielfach vorausgesetzte Normalverteilung der Daten und die Verarbeitung von Variablen auf Ordinalskalenniveau sind der hauptsächlich limitierende Faktor bei der Wahl der Analysemethode. Daneben unterstellen die meisten Methoden lineare Zusammenhänge. Die Gefahr einer falschen Interpretation oder des Nicht-Erkennens von Zusammenhängen wird dadurch weiter erhöht.

Verschiedene Datentransformationen können dem Abhilfe schaffen, auf diese Weise eine begründbare Datenanalyse gewährleisten und eine statistisch abgesicherte Interpretation zu ermöglichen.

Ein wesentlicher Punkt der Datenbetrachtung liegt darin, die erhobenen Deckungswerte nach BRAUN-BLANQUET als wurzeltransformierte Gruppenmittelwerte einer intervallskalierten Prozentskala aufzufassen und somit zumindest theoretisch einer Analyse auf Intervallskalenniveau vergleichbar zu machen. Die Daten können (mit oder ohne Skalar- und Vektortransformationen) damit relativ problemlos vor allem verschiedenen Clustermethoden zugänglich gemacht werden.

Die Linearisierung von Zusammenhängen zweier oder mehrerer Zufallsvariablen, die bei den meisten multivariaten Verfahren in gewissem Rahmen als Vorbedingung gelten, ist dagegen selten gegeben. Sie kann bei genauer Prüfung der Variablenstruktur durch verschiedene nicht-lineare Transformationen erreicht werden (s. u.).

Der numerische Ansatz der Vegetationsökologie kennt vor allem zwei Wege, um eine geeignete Datenanalyse durchzuführen. Sie spiegelten auch lange Zeit das Verhältnis von mitteleuropäischer und skandinavischer Schule zu den anglo-amerikanischen Betrachtungen wider (vgl. WHITTAKER 1982):

- Klassifikatorische Annäherung (classificatory approach) mit primärer Erfassung der Gruppenstruktur von Vegetationseinheiten und der sekundären Analyse der ökologischen Parameter.
- Gradientenanalyse (gradient studies) mit dem Hauptaugenmerk auf der Erfassung des ökologischen begründbaren Artverhaltens (species response) und der Veränderung der

Vegetation entlang erhobener Standortsgradienten (direkte Gradientenanalyse) oder durch Verarbeitung der Art-Vegetationsdaten mit ergänzenden Standortdaten oder indirekt ermittelten ökologischen Werten als Basis für eine ökologische Interpretation (indirekte Gradientenanalyse).

Im ersten Fall kann mit DIERSCHKE (1994) von einem *floristisch-induktiven Ansatz* gesprochen werden, der eine praktikable standörtliche Interpretation vegetationskundlicher Daten auf unterschiedlichen Hierarchieebenen anstrebt und ein schlüssiges und überregional anwendbares Gliederungskonzept nach floristischer Ähnlichkeit aufzubauen versucht. In der Praxis macht sich allerdings bemerkbar, daß bei herkömmlicher syntaxonomischer Gliederung vor allem in den höheren Einheiten (Verbänden, Ordnungen, Klassen) andere Gliederungskonzepte als das floristische vermehrt zum Tragen kommen (Phytogeographie, Standortgruppierung, Vegetationsstruktur, ...). Das hierarchische Konzept der Synsystematik wird dadurch zunehmend von subjektiver Einschätzung und künstlichen Konventionen abhängig. Eine numerische Analyse wäre infolgedessen damit nie vergleich- und integrierbar. Ähnliches gilt auch für den *ökologisch-induktiven Ansatz*, der eine Schematisierung von Gradientenfeldern und eine Beschreibung von Gruppen als Assoziationen im Sinn von strukturell und ökologisch umrissenen Typen verfolgt.

Der *ökologisch-deduktive Ansatz* versucht unter Ausnützung von Ordinationsmethoden das floristisch-ökologische Nachzeichnen von Standortveränderungen (z. B. Aziditäts- oder Feuchtegradienten) und eine nachrangige strukturelle Gliederung. Es resultieren klar abgrenzbare ökologische Gruppen bzw. vorhersagbare Verhältnisse der Artenzusammensetzung und Vegetationsänderungen in Abhängigkeit von den Standortsgradienten. Dies hat sich vor allem bei regionalen Vergleichen und allgemeinen vegetationstheoretischen Überlegungen bewährt, die Eignung für überregionale Vergleiche ist jedoch weniger deutlich.

Die Arbeiten der letzten zehn Jahre zeigten jedoch, daß diese beiden Verfahren nicht Gegner in der Betrachtung und Erforschung der Vegetation sein müssen, sondern beide ihre Berechtigung haben. Sie ermöglichen erst im Zusammenspiel umfassende Aussagen über die Wechselwirkungen von Vegetationsstruktur und -dynamik, Artverhalten und Standortfaktoren.

Dies ist letztendlich die Basis, die der vorliegenden Arbeit zugrundegelegt wird (vgl. Abb. 37). Vorrangig kommen solche Methoden der multivariaten Statistik zum Einsatz, deren Anwendbarkeit durch entsprechende theoretische Voraussetzungen gegeben sind oder die durch umfangreiche Tests auf ihre Brauchbarkeit und Interpretierbarkeit – durch Modellsimulationen mit realem und hypothetischem Datenmaterial – geprüft wurden. Sie sollen nachfolgend beschrieben werden.

Die numerische Analyse verzichtet dabei ganz bewußt auf die Vorab-Verwendung des Konzeptes von Charakterarten und Treuegraden und der daraus resultierenden Notwendigkeit von Transformationen, Gewichtungen und Einschränkung der Methodenwahl. Dies auch deshalb, weil sich bei zunehmend vergrößertem geographischen Rahmen Verschiebungen im Artverhalten und die unterschiedliche Wertigkeit der Arten (d. h. „regionale Gültigkeit“) bemerkbar machen.

Die *floristische Analyse* der Objekte beruht daher allein auf der Artenzusammensetzung der einzelnen Vegetationsaufnahmen ( $\alpha$ -Diversität) und der Verschiebung ihrer floristischen Struktur innerhalb der beobachteten Standortstypen ( $\beta$ -Diversität). Die Fassung ähnlicher ökologischer Artengruppen ist das Ergebnis der Analyse nach den Variablen, die die Veränderlichkeit der Vegetation (Gruppierungen bzw. Gradienten und Übergänge) bedingen. Erst als Abschluß kann eine Beweisführung zum Charakterartenkonzept erfolgen.

Die *ökologische Analyse* dient dem Auffinden standortsbedingter Strukturen und der Fassung standörtlicher Einheiten bzw. der Erläuterung ökologischer Gradienten, wie sie das *vorliegende* Datenmaterial impliziert und soll den Schluß auf die Standortsbedingungen der betrachteten Vegetation als Grundgesamtheit ermöglichen. Quervernetzung und Abgleich von floristischen und ökologischen Strukturen, die Korrelation von Artverhalten und Standortfaktoren, Theorienbildung von Vegetation und Vegetationsveränderung in Schneeböden und Schuttfluren stellen den Abschluß der gemeinsamen floristisch-ökologischen Analyse dar.

Die Verfahren der deskriptiven Statistik (z. B. HARTUNG & AL. 1989) werden seit Jahrzehnten in vielen Wissenschaftszweigen angewandt und sind vor allem in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften weit entwickelt. Verfahrensbedingungen sind bekannt, und die Übernahme für biologische oder medizinische Anwendungen (vgl. LORENZ 1992) ist oftmals vollzogen und abgesichert. Die Verfahren der explorativen Datenanalyse, speziell der multivariaten Statistik werden meist als geometrische Modelle verstanden (vgl. GOODALL 1954), die in Vielzahl formuliert werden können und dementsprechend eine Vielfalt an Methoden zur Folge haben (z. B. ORLOCI 1966, PRENTICE 1977, GAUCH & WHITTAKER 1981, LEGENDRE & LEGENDRE 1983, BELBIN & MCDONALD 1993). Standardmethoden der Klassifikation und Regression sind seit langer Zeit in Gebrauch und haben sich unter entsprechender Beachtung ihrer Bedingungen auch verschiedentlich bewährt (vgl. EIMER 1978, FLURY & RIEDWYL 1983, DEICHSEL & TRAMPISCH 1985).

Für die Vegetationsökologie sind darüberhinaus aber spezielle Methoden erforderlich, die sich durch die besonderen Charakteristika der Datenstruktur von Vegetationsaufnahmen und zugehöriger Standortparameter ergeben (vgl. WILDI 1986), z. T. beruhen sie auf den standardisierten Erhebungsverfahren (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974). So wurden Methoden neu konzipiert (z. B. HILL 1979, HILL & GAUCH 1980) oder speziell für vegetationskundlichen Fragestellungen abgeändert (z. B. TER BRAAK 1987, 1988), in den wenigsten Fällen sind die theoretischen Modelle aber hinreichend durch Simulationen und Monte-Carlo-Studien getestet.

Die floristische Analyse wurde – in Anlehnung an *Abb. 37* – mehrfach geteilt mit den Methoden der Klassifikation und Ordination durchgeführt. Eine erste Analyse wurde am gesamten Datensatz der eigenen Aufnahmen sowie geteilt in Gebietsgruppen durchgeführt, daran angeschlossen erfolgte die Analyse der Literaturdaten. Aufgrund der großen Datenmenge wurde letztere in mehreren Teilläufen vollzogen, getrennt für die iterativ definierten Gruppierungen im Umfang von Gesellschaften der alpinen Schuttfluren, Kalkschutt-Schneeböden, Spalierweiden- und rasige Kalkschneeböden und Silikatschneeböden mit schneeбетonten Weiderasen.

Diese Gruppierungen wurde an mehrfachen Zufallsauswahlen, gezogen aus der Gesamtstichprobe, überprüft, auf Homogenität geprüft und entsprechend korrigiert. Diese zufälligen ausgewählten Teildatenmengen dienten somit der Vergleichsanalyse zur Überprüfung der Zulässigkeit und Zuverlässigkeit für die Ergebnisse der Klassifikationen, wurden aber entsprechend auch für verschiedene Ordinationsverfahren eingesetzt.

Dazu wurden „*random samples*“ aus Gruppen der Clusteranalyse gezogen mit einer Zielprobengröße von  $x\%$  der Ausgangsprobe. Um kleine Gruppen (d.h. seltene Standortseinheiten bzw. Gesellschaften) nicht mit einer allzugroßen Fehlerquote zu schätzen wurde folgende Vorgangsweise gewählt: aus jeder Gruppe mit mehr als  $n \cdot x/4$  Aufnahmen sollten  $x\%$  zufällig ausgewählt werden, Gruppen mit mehr als  $n \cdot x/10$  sollten mindestens  $x/25$  aber nicht mehr als  $2x\%$  Aufnahmen enthalten, Gruppen mit kleinerer Gruppengröße sollten unberücksichtigt bleiben.

## Die einzelnen Verfahren

(vgl. SNEATH & SOKAL 1973, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, ORLOCI 1978, WHITTAKER 1980, 1982, SOKAL & ROHLF 1981, GAUCH 1982, GREIG-SMITH 1983, RÖHR & AL. 1983, LEGENDRE & LEGENDRE 1983, PIELOU 1984, ORLOCI & KEMPTON 1985, DIGBY & KEMPTON 1987, BORTZ 1989, HARTUNG & AL. 1989, BACKHAUS & AL. 1990, BORTZ & AL. 1990, FEOLI & ORLOCI 1991, SPSS 1991, NORUSIS 1992, 1993, HARTUNG & ELPELT 1992, FRY 1993)

Die multivariaten Verfahren dienen dazu, Muster und Strukturen der Daten zu prüfen (Regressions-, Korrelations-, Varianzanalyse) bzw. diese zu erkennen (Klassifikation, Ordination), Beziehungen von und Zusammenhänge zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen aufzudecken (Korrelations-, Regressions-, Varianz-, Kovarianzanalyse), die Bedeutung von Variablen in Bezug auf die Objekte aufzuzeigen und die Datenstruktur zu verdichten (Clusteranalyse, Faktorenanalyse, Kanonische Korrelationsanalyse, Diskriminanzanalyse). Interpretierbare Strukturen müssen von zufallsbedingter Streuung bereinigt werden (GAUCH 1982), das primäre Ziel ist dabei im allgemeinen die maximal mögliche Reduktion und Verallgemeinerung der Datenstruktur bei minimalem Informationsverlust (WILDI 1986). Ökologische Interpretation von Gruppen und Gradienten ist Bestandteil der sekundären Analyse, in der die Präzisierung von Zusammenhängen, die Korrelationen von Datenmustern mit jenen des Standorts und letztendlich eine entsprechend statistische Untermauerung von vorab aufgestellten Theorien ermöglichen werden soll.

Die am häufigsten eingesetzten Verfahren sind die der Ordination und Klassifikation (vgl. WHITTAKER 1980, 1982). Sie werden vielfach getrennt und bei unterschiedlichen Ansätzen der Datenanalyse eingesetzt, wenngleich sie sich durchaus als einander ergänzende Verfahren erwiesen haben (PRENTICE 1980, FRANKENBERG 1982). Die seit einigen Jahren auch in der Biologie und Vegetationsökologie vermehrt eingesetzten „fuzzy set theories“ (auch „fuzzy logic“, z. B. PODANI 1990, MORACZEWSKI 1993) sind ebenso wie fraktalanalytische Verfahren (PALMER 1988) als Methoden der nicht-disjunkten Klassifizierung hier noch nicht berücksichtigt. Ihre nur unscharf umrissenen Vorgaben zur Auffindung von Datenstrukturen bei präzise definierten, mathematischen Algorithmen könnten aber gerade das neue Bild der Vegetationsökologie mit kleinräumigen, zeitlich-diskreten Zuständen und verschwommenen Grenzen in Zukunft einiges zum Erkenntnisgewinn auf dem Gebiet der Populationsanalyse und Vegetationsdynamik beitragen.

## Parameterfreie Prüfverfahren

Parameterfreie Prüfverfahren weisen den Vorteil auf, daß sie nicht an eine bestimmte Verteilung gebunden sind. Außer Meßwerten können zumeist auch Rangdaten bzw. Häufigkeitswerte (Kategorien) bearbeitet werden. Die Größe der Stichprobe hat keine Auswirkung auf Effizienz des Tests. Einfache Formeln und kurze Rechenzeiten ermöglichen die universelle Einsetzbarkeit. Ihre Effizienz ist zwar stets geringer als die entsprechender parametrischer Tests, doch ist der  $\alpha$ -Fehler ihrer Ergebnisse deutlich geringer. Man unterscheidet Dispersionstests (Test auf unterschiedliche Streuung), Lokalisationstest (Test auf unterschiedliche Werte der zentralen Tendenz) und Omnibustests, die Dispersion und Lokation sowie die Form der Verteilung untersuchen.

Zum Test der Datenstruktur wurden folgende Verfahren eingesetzt (vgl. BORTZ & AL. 1990; SPSS 1991):

- Graphische Darstellung mit Box & Whisker-Plots.
- Levene-Test zum Test auf Varianzhomogenität verschiedener Gruppen bezüglich einer Variable.  $H_0$  – alle Gruppen entstammen der gleichen Population mit gleichen Varianzen (Voraussetzung der Varianzanalyse!).

- Mediantest: Prüfung des Unterschieds von Rang- oder metrischen Daten hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz zwischen zwei voneinander unabhängigen Stichproben. Der erweiterte Mediantest prüft den globalen Unterschied zwischen  $p$  voneinander unabhängigen Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz. Im Gegensatz zur Varianzanalyse (s. u.) hat er keine Voraussetzungen bezüglich Verteilungsform und Varianzhomogenität.  $H_0$  – Die Stichproben unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz.
- H-Test von Kruskal & Wallis: Prüfung der Gleichheit der Verteilungsfunktionen von  $p$  voneinander unabhängigen Stichproben. Die Zufallsvariable wird an zwei voneinander unabhängigen Stichproben untersucht, die Werte sind innerhalb jeder der Stichproben voneinander unabhängig.  $H_0$  – Die Stichproben stimmen hinsichtlich ihrer Verteilungsform überein.
- Rangdispersionstest von Siegel & Turkey: Prüfung von Dispersionsunterschieden zwischen zwei voneinander unabhängigen Stichproben bei gleicher oder annähernd übereinstimmender zentraler Tendenz. Eine stetige Zufallsvariable wird an zwei voneinander unabhängigen Stichproben untersucht, die Werte sind dabei voneinander unabhängig.  $H_0$  – Die Stichproben gehören Grundgesamtheiten mit der gleichen Dispersion (Varianz) des untersuchten Merkmals an.
- K-S-Omnibustest: Prüfung der zentralen Tendenz und Verteilung zweier voneinander unabhängiger Stichproben oder einer Stichprobe in Bezug auf eine theoretische Verteilung (zumeist Normalverteilung).  $H_0$  – Die beiden Stichproben unterscheiden sich nicht hinsichtlich zentraler Tendenz und Streuung bzw. die Stichprobe entstammt einer Grundgesamtheit, die sich in zentraler Tendenz und Streuung nicht von der theoretischen Verteilung (z. B. Standard-Normalverteilung) unterscheidet.

Die Tests wurden vor allem für eine Voranalyse der Daten herangezogen und dienen dem Vergleich des Methodeninventars. Die Schlußfolgerungen aus der Voranalyse können bei der Darstellung der Ergebnisse nur kurz angeschnitten werden.

### Skalierung und Transformationen

Vegetations- und Standortdaten sind vielfach auf unterschiedlichem Skalenniveau oder in verschiedenen Meßbereichen erhoben. Skalare und Vektor-Transformationen dienen dazu, diese Daten vergleichbar zu machen. Dem Datentyp (nominal-, ordinal-, intervall-, verhältnisskaliert; vgl. BORTZ 1989) kommt hierbei große Bedeutung zu, da er die Vergleichbarkeit der Daten und die Anwendbarkeit multivariater Methoden entscheidend mitbestimmt. Grundsätzlich können alle Daten höherer Skalentypen (d. h. auf Skalen mit höherem Informationsgehalt gemessen: Verhältnis- > Intervall- > Ordinal- > Nominalskala) auf niedrigeres Skalenniveau transformiert und durch „Dichotomisierung“ in Binärdaten (0,1) („presence-absence“) umgewandelt werden. Je nach Skalenniveau sind die Daten nur bestimmten Rechenoperationen und daher auch Verfahren zugänglich. Neben einem Vergleichbarmachen dient die Datentransformation auch einer Normierung der Rohwerte und in speziellen Fällen einer Annäherung der Daten an die Bedingungen, die ein statistisches Analyseverfahren stellt (vgl. RÖHR & AL. 1983).

Für die Vegetationsdaten der eigenen Erhebungen wurden ausschließlich Skalartransformationen mittels Potenztransformation und Clymo-Funktion (vgl. *Formel 1*) zur Gewichtung der Werte angewandt. Der Vergleich mit Literaturaufnahmen machte darüberhinaus die Anwendung von Standardisierungen (nach *Formel 2* bis *Formel 4*) notwendig, da sich zeigte, daß die Deckungsskala nach Braun-Blanquet zwar klar definiert ist, von verschiedenen Autoren aber nicht immer deckungsgleich angewandt wird. Dies machte

sich vor allem bei der Verwendung der Euklid-Distanz-Metrik (s. u.) dadurch bemerkbar, daß bei Analysen auf quantitativer Basis vermehrt Gruppen von Aufnahmen von gleichen Autoren als Gruppen von Aufnahmen gleicher Gesellschaften gebildet werden, selbst wenn diese im selben Gebiet gearbeitet hatten.

In den nachstehenden Formeln finden folgende Abkürzungen Verwendung:

$x$  ... Wert der Variable eines Falles

$x'$  ... transformierte Wert der Variable eines Falles

$N$  ... Anzahl der Fälle

$K$  ... Anzahl der Gruppen (Cluster)

$\bar{x}$  ... Arithmetisches Mittel der Variable über alle Fälle;  $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

SD ... Standardabweichung, Berechnung nach  $s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$

Formel 1: *Clymo-Funktion*;  $c$  ... Konstante;  $c = 0$  ... definiert als Nulltransformation;  $c < 0$  ... stärkere Gewichtung hoher Werte;  $c > 0$  ... stärkere Gewichtung niedriger Werte.

$$x' = \frac{1 - e^{-cx}}{1 - e^{-c}}$$

Formel 2: „Normierung“ = Standardisierung zur Einheit SD mit Standardabweichung = 1.

$$x' = \frac{x}{\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}}$$

Formel 3: *Z-Standardisierung* zu Z-Werten mit Mittelwert = 0 und Standardabweichung = 1

$$x' = \frac{x - \bar{x}}{\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}}$$

Formel 4: *Normalsierung* = Standardisierung zur Einheit der Wurzel der Quadratsummen.

$$x' = \frac{x}{\sqrt{\sum x^2}}$$

Formel 5: *BLOOM's Transformation*;  $r$  ... Rangwert von 1 bis  $w$ ;  $w$  ... Zahl der Fälle.

$$\frac{r - \frac{3}{8}}{w + \frac{1}{4}}$$

Formel 6: *RANKIT Transformation*;  $r$  ... Rangwert von 1 bis  $w$ ;  $w$  ... Zahl der Fälle.

$$\frac{r - \frac{1}{2}}{w}$$

Formel 7: *TUKEY's Transformation*;  $r$  ... Rangwert von 1 bis  $w$ ;  $w$  ... Summe der gewichteten Fälle.

$$\frac{r - \frac{1}{3}}{w + \frac{1}{3}}$$

Formel 8: *VAN DER WAERDEN's Transformation*;  $r$  ... Rangwert von 1 bis  $w$ ;  $w$  ... Summe der gewichteten Fälle.

$$\frac{r}{w+1}$$

Nichtlineare Vektortransformationen zur Anpassung der Daten an eine Normalverteilung zeigten sich für Ordinationsverfahren wenig erfolgreich (s. u.), für die Analyse der Zeigerwerte – vor allem zum Vergleich der Zeigerwerte nach LANDOLT (1977) bzw. ELLENBERG (1991) wurde auf sie noch einmal zurückgegriffen, wobei Probit-, Stanine-, Rankit- und Van der Waerden's-Transformationen zum Einsatz kamen (auch diese Ergebnisse können aufgrund ihrer Länge hier nicht in aller Ausführlichkeit dargestellt werden). Die Berechnung der Rangwerte erfolgte als kumulatives (Flächen-)Verhältnis der Verteilung nach den entsprechenden Formeln (vgl. *Formel 5, Formel 6, Formel 7, Formel 8*; SPSS 1991). Die obere Intervallgrenze der Probit-Transformation wurde berechnet nach  $u + 5 = Y$ .

### Ranking

Das Ranking stellt einen subjektiven Eingriff in die Analyse dar, um Arten (oder allg.: Attribute, Variable) auszufiltern, die keinen oder nur geringen Erklärungsanteil an der Datenstruktur haben. Vor allem seltene Arten sind oft nur zufällige Elemente, deuten auf keine spezifischen Standortsverhältnisse oder Vegetationseinheiten hin und können daher für die numerische Vegetationsanalyse keinen nennenswerten Beitrag leisten (vgl. MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974).

Primäres Ranking setzt bereits vor der Analyse ein, wobei hierzu auch zu zählen ist, wenn (wie in der Versuchsplanung definiert) bestimmte Standortdaten nicht erhoben werden oder bestimmte Pflanzen- bzw. Tiergruppen in der Bestandsaufnahme nicht enthalten sind (in der vorliegenden Arbeit etwa Algen und Pilze, oder auch „übersehene“ Kryptogamen). Als Ranking-Kriterien im Anschluß an eine Bestandsaufnahme können Frequenz der Arten (Eliminierung unter 5%; vgl. GAUCH 1982), informationstheoretische Maße (ORLOCI 1978) oder Kovarianzberechnungen (vgl. WILDI 1986, PODANI 1988) herangezogen werden.

Sekundäres Ranking geht von der vorhandenen Datenmatrix aus und reiht Arten nach ihrer Trennschärfe in Bezug auf bereits isolierte Gruppen (vgl. WILDI 1986) durch varianzanalytische (JANCEY 1979) oder streßanalytische Verfahren (ORLOCI 1978).

In der vorliegenden Arbeit wurde das Ranking bei drei Analyseschritten eingesetzt. Zum einen bei den umfangreichen Clusteranalysen aller Daten aus der Literatur vor ihrer Aufteilung nach Gesellschaftsgruppen. Dabei gingen lediglich Arten in die Analyse ein, die eine absolute Häufigkeit  $> 1$  aufwiesen. Zum anderen wurden Hauptkomponentenanalysen nur mit jenem Artenanteil durchgeführt, die eine relative Häufigkeit  $> 0,5\%$  bzw.  $> 1\%$  erreichten, um eine Höherdimensionalität (bedingt durch informationsarme Variable) von vornherein zu vermeiden. Als drittes wurden für die NMDS der aufgrund ihrer Datenlimitierung (s. u.) exakt 100 Arten nach ihrer Trennschärfe bezüglich der Clustergruppen ausgewählt.

### Zusammenhangsmaße

Vor Beginn der Analyse von Zusammenhängen bedarf es der Überlegung, ob es sich um funktionale Zusammenhänge (Funktion: streng determinierte, eindeutige Abbildung einer Stichprobe A auf eine andere Stichprobe B) oder um korrelative Zusammenhänge (Korrelation: Ausdruck der wechselseitigen Abhängigkeit zwischen mindestens zwei Zufallsvariablen; stochastisch) mit objektiven Beziehungen zwischen den Merkmalen an identischen Objekten handelt. Die Analyse von Zusammenhängen bedeutet die Untersuchung von wechselseitigen Abhängigkeiten (stochastischer Art) zwischen Zufallsvariablen anhand je einer Stichprobe sowie die Bestimmung des Grades dieser Zusammenhänge und deren Test auf Signifikanz. Es wird unterschieden zwischen:

Korrelation i.e.S.: Zusammenhang zwischen Variablen mit quantitativen Ausprägungen auf metrischem (Maßkorrelation) oder ordinalem Niveau (Rangkorrelation).

Kontingenz: Zusammenhang zwischen Variablen mit qualitativen Ausprägungen auf nominalem Niveau.

Partielle Korrelation XY · Z: Bestimmung des tatsächlichen Zusammenhangs zwischen zwei Zufallsvariablen X und Y unter Ausschaltung der Einwirkung einer „Störvariable“ Z.

Multiple Korrelation X · YZ: Bestimmung des Zusammenhangs einer Variable X und der Gesamtheit der übrigen Variablen (Y und Z).

Dabei sind Korrelationen nur mit gleichzeitig durchgeführter Signifikanzprüfung zu interpretieren (Wahrscheinlichkeitsniveau des Zusammenhangs). Kontingenzberechnungen sind nur durchzuführen, wenn signifikante Zusammenhänge nachgewiesen werden konnten; sie dürfen nicht wie Korrelationskoeffizienten interpretiert werden. Der mögliche Einfluß dritter Zufallsvariablen ist immer zu berücksichtigen, um sogenannte Scheinkorrelationen ausschließen zu können.

Der am häufigsten verwendete Korrelationskoeffizient ist der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient von PEARSON (Formel 9). Da er Daten vom Typ der Verhältnisskala und Normalverteilung voraussetzt, die in den vorliegenden Daten nur in Ausnahmefällen nachzuweisen sind, wird hier zumeist auf den Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN (Formel 10) bzw. KENDALL (Formel 11) zurückgegriffen<sup>7</sup>. Die Zufallsvariablen X und Y müssen dabei stetig sein, die Objekte der Stichprobe voneinander unabhängig und einer Grundgesamtheit mit bivariater Verteilung entstammen. Basis der Matrix für Hauptkomponentenanalysen (s. u.) ist hingegen der Korrelationskoeffizient nach PEARSON.

Formel 9: Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient von PEARSON.

$$r = \frac{\sum(Z_x \times Z_y)}{N-1}; Z_x = \frac{x - \bar{x}}{SD_x}; Z_y = \frac{y - \bar{y}}{SD_y}$$

Formel 10: SPEARMAN'scher Rangkorrelationskoeffizient.

$$\varphi = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

<sup>7</sup> Der SPEARMAN'sche Rangkorrelationskoeffizient ist dem von KENDALL vorzuziehen, wenn man am deskriptiven Vergleich des Koeffizienten mit Maßkorrelationskoeffizienten interessiert ist. Er beruht auf dem Prinzip der Differenzbildung zwischen entsprechenden Rangplätzen von X und Y. Die Signifikanzprüfung ist außer für kleine Stichproben mit  $n < 12$  nicht exakt gelöst. Der Rangkorrelationskoeffizient nach KENDALL ist hingegen dem von SPEARMAN vorzuziehen, wenn man an einer möglichst exakten Prüfung der Signifikanz des betreffenden Koeffizienten interessiert ist. Er beruht auf dem Prinzip der Auszählung von Inversionen (Vertauschen der Rangplätze) in der Reihenfolge von Y bei natürlich geordneter Reihenfolge von X.

Formel 11: KENDALL'scher Rangkorrelationskoeffizient;  $I$  ... Anzahl der Inversionen für  $Y$  bei natürlicher Reihenfolge von  $X$ .

$$\tau = 1 - \frac{4I}{n(n-1)}$$

Die „partielle Korrelation“ prüft lineare Zusammenhänge zwischen zwei Zufallsvariablen  $X_1$  und  $X_2$ , bei denen die Abhängigkeiten von allen anderen im Beziehungsgefüge wirkenden Variablen  $X_3 \dots X_m$  ausgeschaltet sind. Die Anzahl  $m-2$  der eliminierten („auspartialisieren“) Variablen bezeichnet man als die Ordnung der partiellen Korrelation. Es können drei Fälle unterschieden werden:

Die Wirkung der Variablen  $X_3 \dots X_m$  auf die beiden Variablen  $X_1$  und  $X_2$  ist so gering, daß die partielle Korrelation  $X_1 X_2 \times X_3 \dots X_m$  sich nicht wesentlich von der einfachen Korrelation  $X_1 X_2$  unterscheidet.

Der Zusammenhang zwischen der Variable  $X_1$  und den Störvariablen  $X_3 \dots X_m$  sowie der Zusammenhang zwischen  $X_2$  und  $X_3 \dots X_m$  ist so stark, daß die partielle Korrelation  $X_1 X_2 \times X_3 \dots X_m$  einen Wert nahe Null annimmt.

Die Ausschaltung des Einflusses der Störvariablen  $X_3 \dots X_m$  bewirkt, daß die zu untersuchende Korrelation zwischen  $X_1$  und  $X_2$  deutlicher hervortritt als es die Betrachtung der einfachen Korrelation  $X_1 X_2$  vermuten lassen würde.

Die Berechnung erfolgt analog der Korrelation über den partiellen Maßkorrelationskoeffizienten (bei verhältnisskalierten Werten) nach  $\phi_{12.3}$  von JOHNSON oder über den partiellen Rangkorrelationskoeffizienten (bei ordinalskalierten Werten) nach  $\tau_{12.3}$  von KENDALL. Bei großem Stichprobenumfang ist es möglich, KENDALL's partiellen  $\tau$ -Koeffizienten aus den drei einfachen Rangkorrelationskoeffizienten  $\tau_{12}$ ,  $\tau_{13}$ , und  $\tau_{23}$  zu schätzen (vgl. BORTZ & AL. 1991).

Die „multiple Korrelation“ prüft die Abhängigkeit einer Zufallsvariable  $X_1$  von zwei oder mehreren im Beziehungsgefüge wirkenden Variablen  $X_2 \dots X_m$  (mit  $m \geq 3$ ). Zu untersuchen ist, ob und in welchem Grade die Zufallsvariable zugleich von den Variablen  $X_2, X_3 \dots X_m$  abhängt. Die multiple Maßkorrelation dient der statistischen Analyse des Abhängigkeitsverhalten zwischen einem intervallskalierten Merkmal und einer Gruppe von  $m-1$  weiteren meßbaren Merkmalen. Der multiple Rangkorrelationskoeffizient wird berechnet auf der Basis von SPEARMAN's  $R$  oder KENDALL's  $\tau$ , die Signifikanzprüfung ist allerdings nur näherungsweise gelöst.

### Klassifikationsverfahren

Klassifikationen sind das Hauptanwendungsgebiet multivariater Statistik in der Vegetationskunde wie auch in der Systematik. Sie unterstützen die Suche des Menschen nach Ordnungsbegriffen und Ordnung, die schon ARISTOTELES mit *Kategorien* und *Kategorumena* eingefordert hat. Dies wird sowohl in der Systematik der Lebewesen deutlich, die mit LINNÉ (1853) neu initialisiert wurde, als auch in der Vegetationskunde, die sich seit BROCKMANN-JEROSCH (1907), RÜBEL (1912) und BRAUN (1913) intensiv mit der Gruppierung und Typisierung der Vegetation beschäftigt hat. Die numerische Klassifikation geht zurück bis JACCARD (1901, vgl. auch JACCARD 1928), vorerst noch auf der Basis qualitativer Daten (*presence-absence data*), wenig später (CZEKANOWSKI 1909) werden auch quantitative Daten zur Verrechnung herangezogen.

Die statistischen Verfahren der Klassifikation (v. a. der Clusteranalyse) und ihre Anwendungen sind in zahlreichen Handbüchern und Publikationen beschrieben (z. B. PIELOU 1969, GOODALL 1980, WHITTAKER 1980, KOMÁRKOVÁ 1980, NOY-MEIR & WHITTAKER 1982,

PLETL & SPATZ 1981, LEGENDRE & LEGENDRE 1983, BORTZ 1989, HARTUNG & ELPELT 1992), so daß nur auf die hier angewandten Methoden im Detail eingegangen werden soll.

Ziel der Cluster-Analyse ist es, eine Gruppierung von Objekten oder Attributen (z. B. den Aufnahmen bzw. den Arten) vorzunehmen, so daß die Gleichartigkeit (Ähnlichkeit oder Homogenität) innerhalb einer Gruppe (Cluster) größer ist als die zwischen den Gruppen. Je nach Art der Analyse unterscheidet man hierarchische und nicht-hierarchische, monothetische (1 Variable) und polythetische (mehrere Variable) Verfahren, Q-Technik (Gruppierung der Aufnahmen) und R-Technik (Gruppierung der Arten), divisive (Teilung der Gesamtheit bis zum Einzelobjekt) und agglomerative Clusteranalyse (Fusionierung der Objekt bis zum Gesamtcluster), Homogenitäts-Clustering (Fusionierung nach Homogenitätskriterien) und Ähnlichkeits-Clustering (Fusionierung nach Ähnlichkeit). Der Anspruch an die einzelnen Verfahren ist darin zu sehen, daß sie:

- möglichst große Objektivität (im Sinn ihrer Unabhängigkeit vom Bearbeiter),
- möglichst hohe Stabilität (das Ergebnis soll durch neue Daten wenig beeinflussbar sein, bei gleichzeitig geringer Empfindlichkeit gegen isolierte Objekte und wenig Permutationen in der Objektumgebung),
- und möglichst kleinen Rechenaufwand aufweisen.

Im speziellen wird ein hierarchisches, polythetisch-agglomeratives Clusterverfahren nach der Q- und R-Technik angewandt, weitere Auswahlkriterien sind:

Definition der Datentransformationen (sie sind ident mit den im Kap. „Skalierung und Transformationen“, p.79 beschrieben).

Wahl des Ähnlichkeitsindex (resemblance measure) bzw. des Homogenitätskriteriums.

Wahl des Fusionierungsalgorithmus bzw. Teilungsverfahrens.

Proximitätsmaße schätzen die Distanz oder das Maß der Ähnlichkeit zweier Objekte oder Variable, Ähnlichkeits- und Distanzmaße sind meist ineinander überführbar. Für (qualitative) Nominaldaten werden Kontingenztafeln aufgestellt, in denen das gleichartige oder nicht-gleichartige Vorkommen bzw. Fehlen beurteilt und mit definierten Formeln berechnet wird, für (quantitative) Intervalldaten und entsprechend auch für die Deckungsskala nach BRAUN-BLANQUET wird Distanz und Ähnlichkeit direkt aus den Werten errechnet. Die Fülle der Publikationen dazu ist kaum mehr zu überblicken (vgl. etwa GAUCH 1973, CAMPBELL 1978, DALE & DALE 1986, GAUCH & WHITTAKER 1981, WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980, WILDI 1986, FAITH & AL. 1987, PODANI 1988, NOEST & VAN DER MAAREL 1989), die charakteristischen Vor- und Nachteile sind aber in vielen Fällen umso besser bekannt.

Für die Klassifizierung von Aufnahmen unter Berücksichtigung der quantitativen Dateninformation kamen (standardisierte und normierte) Euklid-Distanz (*Formel 12a, b*), WISHART'S Similarity Ratio (*Formel 13*), eine als Similarity Ratio II benannte Variante (*Formel 14*) und Percentage Similarity (*Formel 15*) zur Anwendung. Eine Standardisierung der quantitativen Distanzmaße ist gegebenenfalls vorzunehmen, um die Skaleninvarianz zu gewährleisten. Als qualitative Ähnlichkeitsindizes wurden Czechanowski Index (*Formel 16*), BRAY- and CURTIS-Index (*Formel 17*) und JACCARD-Index (*Formel 18*) berechnet. Die Buchstaben *a* bis *d* bezeichnen in diesen Formeln die Artpaarungen nach der Kontingenztafel mit *a* ... in Aufnahme X und Y vorkommend, *b* ... nur in Aufnahme X vorkommend, *c* ... nur in Aufnahme Y vorkommend, *d* ... in keiner Aufnahme vorkommend. Für die Berechnung von Art-Ähnlichkeiten (R-Technik) wurde zudem SPEARMAN'S Rangkorrelationskoeffizient herangezogen. Andere Maße wurden empirisch oder aufgrund ihrer bekannten Nachteile von vornherein ausgeschlossen. So sind etwa qualitative Ähnlichkeitsmaße auszuschneiden, die das Fehlen (Wert 0) von Arten in beiden Aufnahmen (bezeichnet mit *d* der Kontingenztafeln)

berücksichtigen, da sie die Maße vom Umfang der Stichprobe abhängig machen würde. Ähnlichkeitsmaße müssen dem Symmetrie-Kriterium ( $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$ ) genügen und normierbar sein ( $0 \leq \alpha_{ij} \leq 1$ ), Distanzmaße sollen normierbar ( $0 \leq d_{ij}$ ), und über  $\alpha_{ij} = \text{MAX}(d_{ij})$  in das entsprechende Ähnlichkeitsmaß überführbar sein.

Die Euklid-Distanz (vgl. *Formel 12*) erfüllt die Anforderungen an Normierbarkeit und Überführbarkeit in ein Ähnlichkeitsmaß nicht. Sie weist darüberhinaus mit der Eigenschaft, dass quantitative Unterschiede entscheidender sein können, als qualitative (vgl. WILDI 1986), noch weitere Nachteile auf. Durch eine Normalisierung der Daten (vgl. *Formel 4*) läßt sich jedoch bereinigen. Eine Matrix der Euklid-Distanzen basierend auf normalisierten Daten ist dabei ident mit jener der Chord-Distanz (vgl. *Formel 12b*). WISHART'S Similarity Ratio gilt als metrisches Pendant zum JACCARD-Index, die Percentage Similarity kann als Pendant zum CZECHANOWSKI-Index aufgefaßt werden. Similarity Ratio II und Percentage Similarity erreichen durch den Formelteil des Nenners (vgl. *Formel 14* bzw. *Formel 15*) eine stärkere Gewichtung von Arten, die in den zwei jeweils zu vergleichenden Aufnahmen gemeinsam vorhanden sind. Die Faktoren 3 bzw. 2 des Zählers sind der notwendige Ausgleich, um einen Wertebereich von 0 bis 1 zu gewährleisten. Da sie die Dreiecksungleichung (vgl. LEGENDRE & LEGENDRE 1983) nicht erfüllen sind sie – wie auch WISHART'S Similarity Ratio – ein s e m i m e t r i s c h e s Maß, daß in einem Euklid'schen Artenraum (z. B. der PCoA, s. u.) nicht absolut interpretiert werden darf.

Formel 12: *Euklid-Distanz (a) und Chord-Distanz (b)*

$$a) ED = \sqrt{\frac{\sum (x-y)^2}{SD^2}} \quad \text{bzw.} \quad b) CD = \sqrt{2 \times \left(1 - \frac{\sum (x \times y)}{\sum x^2 \times \sum y^2}\right)}$$

Formel 13: *Wishart's Similarity Ratio*

$$SR = \frac{\sum (x \times y)}{\sum x^2 + \sum y^2 - \sum (x \times y)}$$

Formel 14: *Similarity Ratio II:*

$$SRII = \frac{3 \times \sum (x \times y)}{\sum x^2 + \sum y^2 + \sum (x \times y)}$$

Formel 15: *Percentage Similarity*

$$PS = \frac{2 \times \sum \text{MIN}(x, y)}{\sum (x + y)}$$

Formel 16: *Czechanowski Index (Dice measure)*

$$CI = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Formel 17: *Bray & Curtis-Index*

$$BCI = \frac{a}{a + 2(b + c)}$$

Formel 18: *Jaccard-Ähnlichkeitsmaß*

$$JI = \frac{a}{a + b + c}$$

Als Fusionsalgorithmus wurde das Average-Linkage-Verfahren (UPGMA, vgl. PODANI 1988, NORUSIS 1992) gewählt, das den Fusionsverlauf aus der größten Ähnlichkeit der Mittelwerte der Gruppenabstände bestimmt. Es neigt weder extrem zur Kettenbildung noch zur

Konstruktion homogener, aber gleichzeitig schlecht isolierter Gruppen. Die gewichtete Variante (WPGMA), welche zusätzlich die Größe der Gruppen berücksichtigt, zeigte keine weiteren Vorteile.

Das Single-Linkage-Clustering (SLC) nimmt die Fusionierung nach dem kleinsten Abstand der nächsten Elementes zweier Cluster vor, während das Complete-Linkage-Clustering (CLC) die Fusionierung nach der kleinsten Entfernung der entferntesten Elemente zweier Cluster vornimmt. Beide Verfahren haben den Nachteil, das die Gruppenstruktur insgesamt nur unzureichend berücksichtigt wird – entweder die nächsten oder die entferntesten Elemente sind für die Clusterbildung entscheidend.

Das erstere Verfahren (SLC) wurde ausgeschlossen, da sich die Neigung zur Verkettung der nächstähnlichen Aufnahmen („chaining“, VAN DER MAAREL 1979) im Datenmaterial mit einer hohen  $\beta$ -Diversität besonders stark bemerkbar machte, wenngleich betont werden muß, daß vom SLC erkannte Gruppen immer als gut isoliert interpretiert werden können. Im Gegensatz bildete das Complete-Linkage-Clustering zwar Gruppen von vergleichbarer Ähnlichkeit und Größe (vgl. ORLOCI & KENKEL 1985), die aber im Datenmaterial nicht aufzufinden waren und daher rein artifiziellen Charakter hatten.

Das WARD-Verfahren – ein Homogenitäts-Clustering, das die Varianz zwischen den Gruppen im Vergleich zur Varianz zwischen den Gruppen maximiert (vgl. GAUCH 1982, PODANI 1988) – zeigt für die Analyse der Arten nur zum Teil, nie aber durchgängig „praktikable“ Gruppierungen an, so daß es für eine Gesamtanalyse nicht zur Diskussion stand.

Als Kombination von Homogenitäts- und Ähnlichkeits-Clustering ist das Hybrid-Clustering zu werten (vgl. LEGENDRE & LEGENDRE 1983), das die Fusion der Gruppen nach dem kleinsten Quotient Q vornimmt.

Dabei gilt:  $Q = \frac{G}{H}$  mit  $G = \frac{1}{p} \cdot \sum \left( \frac{1}{n_p(n_p-1)} \sum_{i \in C} \sum_{j \in C} \alpha_{ij} \right)$  und  $H = \frac{1}{p(p-1)} \sum_{p_1} \sum_{p_2} \left( \frac{1}{n_{p_1}} \cdot \frac{1}{n_{p_2}} \sum_{i \in C} \alpha_{ij} \right)$

$C_p$  ... Menge der Objekte in Cluster p;  $n_p$  ... Anzahl der Objekte in Cluster C; p ... Zahl der Cluster

Die Clusterergebnisse wurde mittels F-Werten (*f-values*, *variance ratio*; *Formel 19*) überprüft, die auf den „within-group sum of squares“ ( $SS_{wj}$ ) und den „between-group sum of squares“ ( $SS_{bj}$ ) basieren (vgl. PIELOU 1984).  $F_j$  sollte möglichst groß sein und bezeichnet den Grad der Güte einer Art für die Diskrimination von Gruppen einer entsprechenden Clusterlösung und damit die Homogenität der Cluster. Die gepoolten F-Werte (*pooled f-values*) sind ein Gesamtmaß für die Güte der Clusterlösung (vgl. *Formel 20*). Die entsprechenden Signifikanzen berechnen sich über die Wahrscheinlichkeiten der F-Verteilung bei den Freiheitsgraden  $df_1 = K-1$  und  $df_2 = N-1$  (vgl. BORTZ 1989).

Die T-Werte (*t-values*; *Formel 21*) werden im Gegensatz dazu zur Charakterisierung und Interpretation der Clustergruppen herangezogen (vgl. BACKHAUS 1990). Konstante oder mehr oder weniger seltene Arten erweisen sich dabei als geringwertig für die Gruppenstruktur. Negative T-Werte geben an, daß die jeweilige Variable im Cluster k unterrepräsentiert ist im Vergleich zur Erhebungsgesamtheit. Umgekehrt zeigen positive T-Werte, daß die Art im jeweiligen Cluster überrepräsentiert ist. Anders formuliert heißt dies, daß die Arten die Cluster entsprechend der T-Werte positiv bzw. negativ gegen andere Cluster differenzieren.

Formel 19: *F*-Werte als Maß der Güte einer Art zur Diskrimination der Clustergruppen; mit  $K$  = Zahl der Cluster;  $N_k$  = Zahl der Objekte in Cluster  $k$ ;  $N_j$  = Zahl der Arten;

$$F_j = \frac{\frac{SS_{Bj}}{K-1}}{\frac{SS_{Wj}}{N-K}}$$

mit total sum of squares:  $SS_{Tj} = \sum_{N_j} (x_{ij})^2$ ; within sum of squares:  $SS_{Wj} = \sum_K \sum_{N_k} (x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2$ ;

und between sum of squares:  $SS_{Bj} = SS_{Tj} - SS_{Wj}$

Formel 20: Gepoolter *F*-Wert

$$F_{pooled} = \frac{\sum F_j}{N_j}$$

Formel 21: *T*-Werte der Arten zur Charakterisierung der Clustergruppen; mit  $\bar{x}_j$  als Mittelwert von Art  $j$  und  $\bar{x}_{kj}$  als Mittelwert von Art  $j$  in Cluster  $k$

$$T_{jk} = \frac{\bar{x}_{kj} - \bar{x}_j}{SD_j}$$

### Ordinationsverfahren

Ordination ist die räumliche Darstellung von Objekten in Bezug auf die Variablenstruktur (bzw. umgekehrt) und verfolgt das Ziel der Abbildung einer vieldimensionalen Ähnlichkeitsstruktur in möglichst wenigen Dimensionen. Die Objekte werden entlang von (voneinander unabhängigen) Achsen angeordnet, die als ökologische Gradienten interpretierbar gemacht werden sollen. Sie ist damit mehr als eine nur graphische Darstellung der Objekt-Attribut-Beziehungen. Eine Ordination besteht aber auch schon darin, z. B. Vegetationsaufnahmen im zwei- oder drei-dimensionalen Achsensystem von zwei (oder drei) zusätzlich erhobenen Standortfaktoren abzubilden und aus der Diagramm-Struktur auf ökologische oder Vegetationsgradienten zu schließen (direkte Gradientenanalyse – vgl. WHITTAKER 1967; Ökogramme – vgl. ELLENBERG 1986). Hier sollen vor allem Methoden zur Reduktion der Variablen bzw. zur Verdichtung der Datenstrukturen in Bezug auf die Faktoren zur Anwendung kommen.

Die Vielfalt der Ordinationsmethoden ist groß (vgl. ORLOCI 1978), die Literatur dementsprechend umfangreich. Die meisten von ihnen sind mit großem Rechenaufwand verbunden. Grundprinzip der Reduktion der Dimensionalität ist, daß einzelne Variable mehr oder weniger korreliert und so durch einen jeweils gemeinsamen Faktor ersetzbar sind. Je größer die Korrelationen zwischen den Variablen, umso mehr redundante Information kann während der Analyse eliminiert und desto leichter können die Variablen durch einen einzigen abstrakten Faktor ersetzt werden. Die Achsen stellen schlußendlich das Vektorprodukt mehrerer Attribute dar, nur selten können sie durch einzelne Attribute (z. B. Arten) erklärt werden.

Die „indirekte Ordination“ beruhend auf Daten von Pflanzenbeständen wurde von GOODALL (1954) in die Vegetationskunde eingeführt. Die umfangreichen Rechenoperationen des Verfahrens führten zum Modell der „polar ordination“ (BRAY & CURTIS 1957), die aber mit

zu vielen konzeptionellen Fehlern behaftet ist (vgl. VAN DER MAAREL 1969), um einen weiteren Einsatz noch rechtfertigen zu können.

Die Hauptkomponentenanalyse (PCA, *principal component analysis*; HOTELLING 1933) ist ein Spezialfall der Faktorenanalyse und dient der Analyse und graphischen Anordnung der Variablen in einem wenigdimensionalen Achsensystem (Hauptkomponenten). Die Objekte können durch Regressionsanalyse über die Ladungskoeffizienten der Variablen auf die Hauptkomponenten im selben Achsensystem abgebildet werden. Die PCA unterstellt, daß die gesamte Varianz auf die gemeinsamen Faktoren zurückzuführen ist. Ausgangspunkt der Analyse ist eine Korrelationsmatrix oder eine Kovarianzmatrix mit nachfolgender Koordinatentransformation, bei der versucht wird, unkorrelierte Achsen zu finden. Geometrisch entspricht dies einer Drehung der Datenwolke (nach einer impliziten Standardisierung der Vektoren) im multidimensionalen Raum (vgl. DAGNELIE 1982, WILDI 1986). Faktorenanalyse im Allgemeinen und Hauptkomponentenanalyse im Speziellen lösen ein Eigenwertproblem (vgl. PIELOU 1984, HARTUNG & ELPELT 1992) über der Matrix von Variablen und Objekten, und versuchen aus der Vielzahl der möglichen Variablen die voneinander unabhängigen Faktoren herauszufiltern.

Im Fall von Vegetationsanalysen wird der Datenraum der Vegetationsaufnahmen (Objekte) durch die Vektoren der Arten (Variablen) beschrieben, die Datenstruktur wird auf voneinander unabhängigen Achsen, den Hauptkomponenten, abgebildet. Diese stellen jeweils gruppierte Faktoren dar, zu denen die einzelnen Arten mit unterschiedlichem Gehalt beitragen. Die Eigenwerte geben den Informationsgehalt an, den die jeweilige (als Faktorengruppe interpretierbare) Hauptkomponente aufweist, wobei die Werte von der ersten zur letzten Achse stetig sinken. Die Berechnung der Faktorenladungen, als Beitrag der Attribute zu den Faktoren, erfolgt über die Berechnung der entsprechenden Korrelationen. Als Extraktionskriterium für die Anzahl der zu berechnenden Faktoren bzw. Hauptkomponenten wird zumeist das *Kaiser-Kriterium* herangezogen. Es bestimmt, nur diejenigen Faktoren zu extrahieren, deren Eigenwert größer 1 ist, Faktoren unter diesem Wert erklären weniger Varianz als durch die entsprechende Variable selbst erklärt wird. Ein zweites Kriterium ergibt sich aus dem *Scree-Test*, bei dem die Eigenwerte in absteigender Wertefolge aufgetragen werden und eine Gerade an die sich asymptotisch der Abszisse nähernden Werte angepaßt wird. Der am weitesten links stehende Punkt auf der Gerade bestimmt die Zahl der zu extrahierenden Faktoren. Einfacher und unproblematischer zu beurteilen ist dieser Punkt als derjenige, bei dem die Kurve durch die Eigenwerte den größten „Knick“ aufweist. Als drittes Kriterium kann die Zahl der Faktoren direkt bestimmt werden, wobei man sich nicht durch ein mögliches „Vorstellungsvermögen“ der Datendimensionalität, sondern ausschließlich durch den zu erwartenden Informationsgehalt der Hauptkomponenten (Faktoren) leiten lassen sollte. Im günstigsten Fall kommt es zu einer Reduktion auf wenige Faktoren, auf denen jeweils verschiedene Arten abgebildet sind. Die Faktoren, die vorerst rein abstrakte Größen darstellen, sind inhaltlich zu benennen. Die Faktorenladungen liefern erste Hinweise auf die zugrunde liegenden Arten und machen bei guter Kenntnis des Artverhaltens die Interpretation zum Teil sehr einfach. Zirkelschlüsse (von ungenau bekanntem Artverhalten → auf die Bedeutung der Hauptkomponenten → für den Standortsanschluß von Arten in dem nun ökologisch definierten Datenraum) sind aber unbedingt zu vermeiden. Durch Korrelation der Hauptkomponenten (Achsen) mit Standortparametern oder durch Abbilden der Standortswerte in der „Datenwolke“ lassen sich die analytisch gewonnenen Achsen der PCA mit entsprechenden ökologischen Faktoren mathematisch fassen. Ein interpretativer Schluß auf die Parameter, welche die Vegetation beeinflussen, ist damit möglich (Verfahren der indirekten Gradientenanalyse). Kommt es zu keiner oder nur zu einer geringen Reduktion

von Faktoren im Vergleich zur Variablenzahl, so ist daraus zu schließen, daß (beinahe) jede Art ihren eigenen (ökologischen/theoretischen) Faktor hat, der auch die Vegetationszusammensetzung bestimmt. Eine Reduktion und Datenkomprimierung kann in diesem Fall nicht erreicht werden.

Das Hauptproblem der PCA und ähnlicher Ordinationsmethoden, ist ihre Forderung nach Normalverteilung und Linearität der Effekte, die in der Korrelationsmatrix und der Regressionanalyse (für die Berechnung der Faktorenwerte der Objekte) zum Ausdruck kommt. Insgesamt scheint die Interpretation von mehr als vier bis maximal acht Dimensionen nicht mehr sinnvoll und kann auch schwerlich vollzogen werden. Der erklärte Varianzanteil kann dabei jedoch weit unter 30% liegen. Die häufig nicht-linearen Zusammenhänge machen sich in einer Krümmung der Datenstruktur bemerkbar (vgl. *Abb. 38*), die die Ergebnisse – vor allem die Korrelation der Achsen mit Standortparametern – schon bei nur einem zugrundeliegenden Standortgradienten einer statistischen Analyse nur mehr bedingt zugänglich macht. Beim Vorliegen mehrerer Standortgradienten ist eine rein graphische Interpretation (vgl. FEOLI & FEOLI-CHIAPELLA 1980) selbst bei nur drei Dimensionen kaum noch durchführbar. Die ökologische Bedeutung des mathematischen Modells der PCA bleibt somit weiterhin nicht ohne Zweifel (AUSTIN 1985).

Die Hauptkoordinatenanalyse (PCoA, „*principal coordinate analysis*“) ist die generalisierte Form der PCA (vgl. GOWER 1966, 1967, PIELOU 1977), in die verschiedene (auch nichtmetrische) Distanzmaße anstelle der Produkt-Moment-Korrelation in die Datenmatrix einfließen können. Da sie kaum Vorteile zur Interpretierung der Daten bieten, und bei vegetationskundlichen Datenmodellen ähnliche Mängel wie die PCA zeigen soll (vgl. MINCHIN 1987), wurde auf ihren Einsatz verzichtet.

Dem Programm TWINSPAN (Two-Way Indicator Species Analysis; vgl. HILL 1979) kommt ein besonderer Stellenwert unter den numerischen Analyseverfahren zu. Es wurde als eines der ersten Computerprogramme speziell für die vegetationskundliche Arbeit geschrieben und sollte das Konzept der Tabellenarbeit nach der mitteleuropäischen Schule mit „objektiven“ Algorithmen nachzeichnen. Die leichte Anwendbarkeit führte trotz (oder gerade wegen) des Black-Box-Charakters seiner Analyse zu einer weiten Verbreitung, wie zahlreiche Publikationen beweisen (zuletzt etwa ZECHMEISTER & MUCINA 1994).

TWINSPAN baut auf dem Ordinationsverfahren der Korrespondenzanalyse (CA, „*correspondence analysis*“ oder auch RA, „*reciprocal averaging*“) auf, das formal als Eigenwertanalyse zu verstehen ist (PIELOU 1984). Die CA transformiert die Rohdaten aus den Abweichungen der relativen Häufigkeiten von den Erwartungswerten, nach doppelter Zentrierung (Gleichskalierung) der Daten führt sie eine gleichzeitige Ordination von Objekten und Variablen durch. Die jeweils e r s t e n Achsen der CA werden in TWINSPAN zu einer zweidimensionalen und wiederholten Teilung des Datenmaterials nach Arten und Aufnahmen herangezogen. Durch wechselseitige und wiederholte Iterationen und Überprüfungen der Ergebnisse in jedem Teilungsschritt („*refined ordination*“) werden die Aufnahmen entsprechend ihrer „Ähnlichkeit“ bezüglich der Arten gruppiert, umgekehrt die Arten entsprechend ihrer „Ähnlichkeit“ bezüglich der Aufnahmen. Das Ergebnis präsentiert sich in der tabellarischen Ausgabe als divisives Clusterverfahren mit einer hierarchisch-dichotomen Teilung des Datensatzes, die Aufnahmegruppen sind jeweils durch „Indikatorarten“ und Arten höherer Präferenz charakterisiert, die Güte jeder Teilung wird durch den jeweiligen Eigenwert der ersten Achse beschrieben. Die resultierende Anordnung von Aufnahmen und Arten in einer Tabelle mit Diagonalstruktur soll es erlauben, neben der Datengruppierung den zugrundeliegenden Gradienten zu interpretieren.

Wenngleich die CA vielfach als anderen Ordinationsmethoden überlegen beschrieben wird (GAUCH & AL. 1974, AUSTIN 1976, STUEFER 1991), kann dies bei eingehenderen Untersuchungen nicht bestätigt werden (vgl. FASHAM 1977, CARLOS & GREIG-SMITH 1990, GROENEWOUD 1992). Auch ist ihre Eignung für Daten mit einer Abweichung von der Standard-Normalverteilung noch nicht nachgewiesen (MINCHIN 1987). Durch implizite Vektortransformationen werden Attribute mit geringer Gesamthäufigkeit („Frequenz“) überbewertet, die Ähnlichkeitsverhältnisse können sich durch die Berechnung von Erwartungswerten aus relativen Häufigkeiten stark umkehren (vgl. WILDI 1986). Die Unabhängigkeit der Achsen ist nicht immer gegeben, die Komprierung der Daten an den Achsenenden und die Datenstruktur die häufig „horse-shoes“ bildet (vgl. Abb. 38) führt zu Nicht-Erkennen von Gruppierungen, die sich schon nach der ersten Teilung bemerkbar machen. Vor allem wenn mehrere Gradienten (Standortsfaktoren) Einfluß auf die Vegetationsdaten zeigen, macht sich die schlechte Analysequalität der zugrundeliegenden CA negativ bemerkbar (GROENEWOUD 1992).

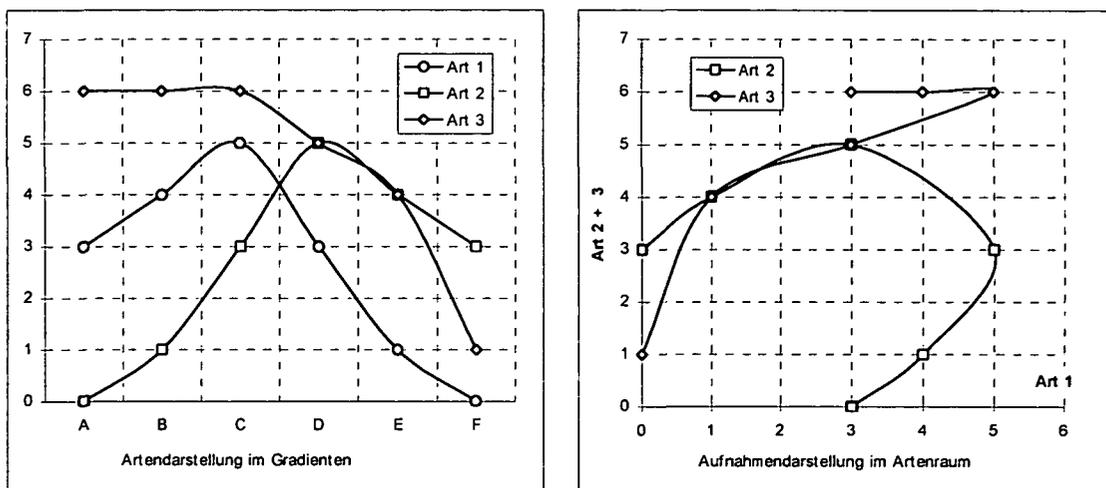


Abb. 38: Vegetationskundliche Daten stellen sich bei Ordinationen häufig als Hufeisen dar („horse-shoe“ oder „arch-effect“). Schon bei nur drei Arten (Variablen) ist der Effekt deutlich. Modelle mit linearen Präsumtionen können diese Strukturen nur schwer auflösen.

Die „*detrended correspondence analysis*“ (DCA) als eine angepasste Form der CA (GAUCH & HILL 1980) versucht diese Fehler *a posteriori* durch weitere Datenveränderungen mit Hilfe des „*detrendings*“ (Elimination der Abhängigkeit von Faktoren), „*rescaling*“ (Entzerrung der Achsenenden) und „*downweighting*“ (Abwertung der seltenen Arten) zu beseitigen und ist mit DECORANA als Programm verfügbar (vgl. HILL 1979). Dennoch leidet die DCA an fehlender Robustheit und fehlerhafter Strukturerkennung, da sich einerseits die Eigenschaften der Distanzmatrix (die als  $\chi^2$ -Matrix interpretiert werden muß) und die Gewichtung der Gesamtsummen negativ bemerkbar machen und die „Bereinigerungsverfahren“ (*detrending* und *rescaling*) nur Hilfsmittel mit hypothetischen Charakter zur „Reparierung“ der Mängel der „*correspondence analysis*“ sind (vgl. MINCHIN 1987). Die Anpassungen sind subjektive Verfahren und die Gefahr der Einbringung neuer, artifizieller Fehlerabweichungen ist immer in Kauf zu nehmen. Die Anfälligkeit der CA auf extreme Abweichungen einzelner Aufnahmegruppen von der „Hauptdatenwolke“ (WILDI 1986) zeigt sich sowohl bei TWINSPAN als auch bei DECORANA als Schwachstelle.

Die kanonische Korrespondenzanalyse (CCA, „*canonical correspondence analysis*“; vgl. PIELOU 1977) und die Kanonische Korrelationsanalyse (CCOR) erlauben die statistische Prüfung des Zusammenhangs abhängiger und unabhängiger Variable. Im Programmpaket CANOCO (TER BRAAK 1987) implementiert wird die Abhängigkeit der Arten von Standortvariablen oder allgemein: die Beziehungen von Standort und Vegetation geprüft. Wie DECORANA und TWINSpan (basierend auf der CA) ist die CCA eine Kombination von Ordination und multipler Regression (s. o). Die Ordinationsachsen werden aus der Datenmatrix der Arten errechnet und sind zueinander orthogonal, d. h. voneinander unabhängig. Die Standortvariablen werden über multiple Regression mit den Achsen korreliert. Als Resultat ergeben sich kanonische Achsen in einer Reihenfolge ihres Erklärungsanteils an der Gesamtvarianz, welche sich aus der Linearkombinationen der Standortdaten ergibt. Variable (Arten) und Kovariable (Standortfaktoren) basieren auf den Modellen der linearen Abhängigkeit und der unimodalen Verteilung. Die CCA verhält sich stark restriktiv, wenn die Anzahl der Standortvariablen deutlich kleiner als die der Arten ist. Die Ordinationsergebnisse zeigen zudem starke Abhängigkeiten von den tatsächlich in die Analyse einbezogenen Standortdaten (ØKLAND 1990), der Hinweis auf mögliche weitere zu berücksichtigende Standortdaten wird durch das Fehlen entsprechender statistischer Parameter verschleiert. Ein Ausweg bietet sich durch den Muster-Vergleich einer indirekten Ordination (CA, PCA) mit den Ergebnissen der CCA.

Die Ergebnisse von Datenanalysen sind entsprechend vorsichtig zu interpretieren, können aber dennoch in Bereichen aussagekräftige Ergebnisse liefern (vgl. ØKLAND & EILERTSON 1994). Dies vermeidet die Kanonische Korrelationsanalyse, die Aussagekraft ihrer Ergebnisse kann durch die entsprechenden statistischen Parameter entsprechend angezeigt werden (vgl. NORUSIS 1993). Sie geht jedoch von einem strikt unimodalen, normalverteilten Verhalten der Variablen aus, und kann deshalb nur eingeschränkt eingesetzt werden.

### Multidimensionale Skalierung (MDS)

Dieses Verfahren und die hier speziell berücksichtigte nicht-parametrische Form (NMDS, „*non-parametrical multidimensional scaling*“; vgl. KRUSKAL 1964) ist ebenfalls als Ordinationsverfahren zu werten, verlangt aber nähere Erläuterung. Die NMDS führt eine Abbildung der Objekte auf der Basis globaler Ähnlichkeiten durch, wobei nur der (nicht-metrische) Rangwert der Variablen als Information genutzt wird. Ein geeignete Proximitätsmatrix ist Voraussetzung.

Die Matrix der Ähnlichkeiten bzw. Distanzen wird in eine Matrix der Rangordnungswerte überführt, die NMDS erstellt eine mehrdimensionale Konfiguration der Datenpunkte in der Weise, daß die Übereinstimmung der Rangordnungen der Punktabstände mit denen der Distanz- bzw. Ähnlichkeitswerte der Ausgangsmatrix iterativ maximiert wird (homotoner Vergleich). YOUNG'S *S-Stress* (Verhältnis der Distanz-Fehler-Quadrat-Summen zur Gesamt-Quadrat-Summen) wird zur Steuerung bzw. als Abbruchkriterien für die Anzahl der Iterationen herangezogen, die Schätzung der Güte der gefundenen Lösung erfolgt über KRUSKAL'S Streß-Index (welcher Distanzen statt quadrierte Distanzen verwendet; vgl. Tab. 15). Entsprechende Diagramme der Anpassung von Rangwerten (Disparitäten) zu Ähnlichkeitswerten (Proximitäten) und der Ordinationsabstände zu den Ähnlichkeitswerten als Maß der nichtlinearen Transformation ermöglichen eine zusätzliche Beurteilung der NMDS.

Tab. 15: Richtwerte für Kruskal's Streß-Index zur Beurteilung der NMDS-Lösungen.

Kruskal's Streß-Index	Anpassungsgüte
0,4	gering
0,2	ausreichend
0,1	gut
0,05	ausgezeichnet
0,0	perfekt

Die NMDS stellt (im Vergleich zu PCA sowie CA, DCA und CCA) keine Bedingungen an Linearität oder bestimmte Verteilungsform der Variablen, sondern lediglich an die Monotonie der Zusammenhänge, was als wesentlicher Vorteil bei der Betrachtung von Vegetationsdaten in Bezug auf Standortsqualitäten gegenüber anderen Ordinationstechniken ist (vgl. AUSTIN 1985). Die Eignung der NMDS für Vegetationsdaten wird zunehmend hervorgehoben (FASHAM 1977, PRENTICE 1980, FRESCO 1982). Tests mit simulierten Daten und Gradientenstrukturen weisen deutlich auf die Robustheit des Verfahrens und die Qualitäten der Strukturerkennung hin (vgl. MINCHIN 1987). Als Mangel ist zu nennen, daß die gefundenen Achsen nicht in Relation zu den Erklärungsanteilen stehen, ähnlich wie etwa aus den Eigenwerten der PCA herauszulesen wäre. Dennoch gibt das Streß-Kriterium nach Kruskal bzw. die Young's S-Stress-Iteration gute Interpretationshilfen, wenn die Ergebnisse mehrerer NMDS-Durchläufe unterschiedlicher Dimensionalität miteinander verglichen werden.

#### Diskriminanzanalyse

Die Diskriminanzanalyse untersucht Daten mit Gruppenstruktur auf der Basis von Linearkombinationen unabhängiger Variablen. Ziel ist es, die Objektgruppen möglichst ohne Überlappung an voneinander unabhängigen Achsen durch sogenannte Diskriminanzfunktionen darzustellen, die über Regressionsanalysen ermittelt werden. Als Voraussetzung gilt das Vorliegen bereits gruppierter Daten, die zugrundeliegenden Modelle bedingen stetig-lineare Zusammenhänge, Variable in Standard-Normalverteilung und Gleichheit der Kovarianz-Matrizen der jeweiligen Stichproben.

Ein probeweiser Einsatz der Diskriminanzanalyse mit Vegetationsdaten zeigte sofort ihre Schwächen bei entsprechend fehlenden Voraussetzungen durch die Anwendung von Mittelwertsvergleichen und linearen Regressionsmodellen (vgl. NORUSIS 1993). Daher wurde auf ihren weiteren Einsatz auch bei Standortdaten (mit vergleichbarer Datenstruktur) von vornherein verzichtet. Dies wird dadurch unterstützt das mit bestimmten Konstellationen von Variablen-, Objekt- und Gruppenanzahl scheinbar jede beliebige Konfiguration bestätigt werden könnte (vgl. PLETL & SPATZ 1981)

#### Varianzanalyse

Die Varianzanalyse (vgl. HARTUNG & AL. 1989, BACKHAUS & AL. 1990) führt Zusammenhangsuntersuchungen bezüglich der zentralen Tendenz zwischen einer abhängigen und einer bis mehrerer unabhängiger Variablen bei verschiedenen Populationen (voneinander unabhängigen Stichproben) durch. Die abhängige Variable muß dabei auf Intervallskalenniveau vorliegen, die unabhängige Variable(n) muß (müssen) nominal- oder ordinalskaliert sein. Die Richtung des zu erwartenden Zusammenhangs ist vorab festzulegen. Der F-Wert (Varianzverhältnis innerhalb und zwischen den Stichproben) der eindimensionalen Varianzanalyse wird berechnet über die Variation der Beobachtungen innerhalb der Stich-

proben und jener zwischen den Stichproben, die Signifikanzprüfung erfolgt durch Vergleich mit der theoretischen F-Verteilung.

Für die multiple Varianzanalyse (Zusammenhangsprüfungen bei Vorliegen mehrerer Stichproben) erfolgt die Signifikanzprüfung durch Anpassung des Signifikanzniveaus an die Zahl der Vergleiche über die Bonferroni-Korrektur, um sicherzustellen, daß die Signifikanzen dem tatsächlichen Niveau entsprechen und nicht – durch die multiplen Paarvergleiche bedingt – „rein zufällig“ ein signifikanter Zusammenhang angezeigt wird. Die Varianzanalyse stellt als Voraussetzung, daß alle Gruppen der gleichen Population mit gleichen Varianzen entstammen, die Überprüfung dieser „Varianzhomogenität“ erfolgt entsprechend dem LEVINE-Test.

Zum Einsatz kam die Varianzanalyse einerseits bei der grundlegenden Prüfung der LANDOLT'schen und ELLENBERG'schen Zeigerwerte (vgl. ENGLISCH in prep.), sowie bei der Prüfung der Artverteilungen in den Gruppen der Clusteranalyse, die sich in den entsprechenden F-Werten widerspiegelt.

### Regressionsanalyse

Die Regressionsanalyse (vgl. BACKHAUS & AL. 1990) ist ein prädiktives Modell zur Strukturprüfung vorab-vermuteter Beziehungen und verfolgt die Untersuchung von linearen Abhängigkeiten zwischen einer abhängigen und einer oder mehreren unabhängigen Variablen. Sie versucht die vermuteten Beziehungen quantitativ zu schätzen, wobei abhängige und unabhängige Variablen jeweils auf metrischen Skalenniveau zu erheben sind. Die multiple Regressionsanalyse ist im Verfahren der kanonischen Korrelationsanalyse implementiert (s. o.) und wurde eingesetzt, um Standortdaten mit mehrdimensionalen Vegetationsdaten zu verknüpfen.

Die Schätzung der linearen Regressionsgleichung (etwa auch der PCA) erfolgt über die Residualgrößen (Restvarianz), mit dem Ziel, die über die Gleichung nicht erfaßten Einflußgrößen (Residuen,  $e$ ) zu minimieren. Die Beurteilung der Verlässlichkeit der Schätzung erfolgt über das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  als Anteil der erklärten Streuung an der Gesamtstreuung. Das multiple R ergibt sich als Korrelationskoeffizient durch lineare Verknüpfung der einzelnen Variablen. Die Anforderungen (Unabhängigkeit der Variablen, Linearität, Normalverteilung) führten aber zur starken Einschränkung dieser Methode.

### Zeigerwertanalysen

Die Analyse von Vegetationsdaten basierend auf der ökologischen Beurteilung der gesellschaftsbildenden Arten zeigt eine lange Tradition und wurde durch ELLENBERG (1950, 1952) bereits sehr früh in die Vegetationskunde eingeführt. Kernstück der Zeigerwerte und ihrer Analyse ist die definierte, ordinale Einschätzung jeder Art bezüglich bestimmter Standortfaktoren, vor allem klimatischer Faktoren (bezüglich Licht, Wärme, Kontinentalität) und Bodenfaktoren (bezüglich Feuchte, Reaktion, Stickstoffversorgung, Humusgehalt, Salz- und Schwermetallresistenz). Dieses ökologische Verhalten einer Art als „mittleres Auftreten“ im Standortbereich wird jeweils für die Charakterisierung herangezogen. Arten mit weiter ökologischer Amplitude oder bimodaler Verteilung werden von Berechnungen ausgeklammert oder von vornherein als indifferent (x) eingestuft. Anfangs nur auf 5-teiliger Skala für die Arten Deutschlands erhoben, wurden die Artbewertungen verfeinert und der geographische Rahmen zunehmend ausgedehnt (vgl. ZOLYOMI & AL. 1967, ELLENBERG 1974).

In einer Neubearbeitung der Zeigerwerte für die Arten Mitteleuropas führt ELLENBERG (1979, 1991) die 9-teilige Skala ein, die Feuchtezahl wird bis 12 erweitert, um die Abstufung unter Wasser weiterführen zu können. Neben Lichtzahl, Temperaturzahl, Kontinentalitätszahl,

Feuchtezahl, Reaktionszahl, Stickstoffzahl und Salzresistenz wird noch das Verhalten bezüglich Wechselfeuchte und Staunässe sowie Schwermetallresistenz angegeben, die Arten werden zudem nach ihrer Lebensform und Blattmorphologie charakterisiert. LANDOLT (1977) führt für die Arten der Schweiz (in 5-teiliger Skala) zudem eine Humuszahl, Dispersitätszahl, und einen Kennwert für Arten als Zeiger für instabile Böden ein.

Die Berechnung der Zeigerwerte kann für einzelne Standorte anhand der jeweiligen Aufnahme oder von Aufnahmengruppen (als mittlerer Zeigerwert der Pflanzengesellschaft) erfolgen, zumeist über das arithmetische Mittel (AM;  $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ ) oder den Median (der  $\frac{n+1}{2}$ te Wert der geordneten Meßwertreihe bei einer ungeraden Zahl von Meßwerten; bzw. das AM von  $\frac{n}{2}$ -tem und  $\frac{n}{2}+1$ -tem Wert bei einer geraden Zahl von Meßwerten).

Bei statistisch exakter Anwendung ist für Vegetationsdaten der Median zu bevorzugen, da  
 ordinalskalierte Beobachtungen,  
 asymmetrische Verteilungen und  
 Verteilungen mit offenen Endklassen vorliegen und  
 häufig Verdacht auf Ausreißer besteht

Da die Zeigerwerte als eine in Klassen eingeteilte Reihe von Einzelwerten aufgefaßt werden können, ist eine genauere Schätzung des Median durch lineare Interpolation nach

$$x_g = U + b \frac{\frac{n}{2} - \sum f_{(x-1)}}{f_x} \text{ mit}$$

U ... untere Grenze der Medianklasse

b ... Klassenbreite

n ... Anzahl der Werte

$\sum f_{(x-1)}$  ... Summe der Häufigkeitswerte aller Klassen unterhalb der Medianklasse

$f_x$  ... Anzahl der Werte in der Medianklasse

möglich (vgl. BORTZ & AL. 1990).

Die Streuung zum Arithmetischen Mittel ist über die Standardabweichung SD (vgl. *Formel 22*), zum Median über die Abweichung vom Median (vgl. *Formel 23*) bzw. als Abweichung vom gruppierten Median (vgl. *Formel 24*) zu schätzen.

Für sämtliche Zeigerwertberechnungen wird die interpolierte Form des Medians für ordinale Datenklassen mit der entsprechenden Medianabweichung herangezogen. Diese wird in der Folge immer als „gruppiertes Median“ bezeichnet. BÖCKER & AL. (1983) und KOWARIK & SEIDLING (1989) weisen auch ausdrücklich darauf hin, daß arithmetische Mittelwertberechnungen mathematisch nicht unbedenklich sind, vor allem weil die Skaleneinheiten nicht mit gleichem quantitativen Umfang definiert sind und die Verteilung der Zeigerwerte nicht der Standard-Normalverteilung entspricht, Korrelationen zwischen einzelnen Zeigerwertreihen (z. B. Reaktion- und Stickstoffzahl) lassen darauf schließen, daß sie nicht völlig unabhängig voneinander sind (vgl. auch TER BRAAK & GREMMEN 1987).

Formel 22: Standardabweichung als Dispersionsmaß zum Arithmetischen Mittel

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Formel 23: *Abweichung vom Median*

$$AD = \frac{\sum |x - x_{Median}|}{n}$$

Formel 24: *Abweichung vom „gruppierten Median“*

$$AD = \frac{\sum f_k (x_k - x_{Median})}{n} \text{ mit } n = \sum f_k$$

$f_k$  ... Häufigkeit in Kategorie  $k$ ;  $x_k$  ... Mitte der Kategorie  $k$

Mit zunehmendem EDV-Einsatz stieg für Zeigerwertanalysen die Zahl der Anwendungen und der Analyse von Struktur der Zeigerwerte bezüglich Verteilungsform, ihrer Zusammenhänge und des Stichprobenplans (vgl. HEISELMAYER 1982, DURWEN 1982, BÖCKER & AL. 1983, MÖLLER 1987). Die Beziehungen von errechneten mittleren Zeigerwerten mit gemessenen Standortfaktoren zeigen fast durchwegs gute Brauchbarkeit (vgl. Angaben in ELLENBERG 1991). Allerdings muß man vor dem Versuch warnen, eine Korrektur der artbezogenen Zeigerwerte durch Berechnung der Mittelwerte der jeweiligen Gesellschaften vorzunehmen, in denen die Art vorkommt (vgl. etwa REIF & AL. 1985), der oft vorgebrachte Vorwurf des Zirkelschlusses wird hier besonders deutlich. Arteinschätzungen sollten daher nur nach vorgenommenen Standortmessungen korrigiert werden.

Unter den Einstufungen der Arten nach Zeigerwerten bezüglich realer ökologischer Faktoren zeigt vor allem die Feuchtezahl die deutlichsten Übereinstimmungen. Feuchtezahl und Grundwasserstände sind über weite Bereiche korreliert, Schwierigkeiten treten nur bei mehrschichtigen Beständen auf. Gute Korrelationen zeigt auch die Reaktionszahl mit gemessenen pH-Werten (vgl. ELLENBERG 1979, BÖCKER & AL. 1983). Die weitgefaßten Skalen für Temperatur und Kontinentalität schließen auch die Gebiete außerhalb Mitteleuropas mit ein, so daß der verwendbare Wertebereich für Vegetationsdaten aus einem kleinen Gebiet sehr eng ist und ein Differenzierungsversuche mit entsprechenden Ungenauigkeiten zu leben haben. Dennoch zeigt sich auch beim vorliegenden Datenmaterial eine brauchbare Unterscheidungsmöglichkeit.

Für die Berechnungen wurden folgende Zeigerwerte nach ELLENBERG (1991) herangezogen:

Lichtzahl (L)

Temperaturzahl (T)

Kontinentalitätszahl (K)

Feuchtezahl (F)

Reaktionszahl (R)

Stickstoffzahl (N)

Humusqualität (H) als Produkt von mR und mN (vgl. Rogister in Ellenberg 1991)

Lebensformenanalysen und Beurteilung der Blattmorphologie wurden, da für die vorliegende Untersuchung nur von geringem Erkenntnisgewinn, nicht durchgeführt. Nicht berücksichtigt sind auch die Angaben zur Schwermetalltoleranz sowie die Arteigenschaften als Wechselfeuchte- bzw. Staunässezeiger.

Da die Zeigerwerte nach ELLENBERG (1991) gerade für Arten mit alpischer bzw. alpidisch-karpatischer Verbreitung größere Lücken zeigen, wurde versucht, diese Werte aus den Angaben von LANDOLT (1977) zu ergänzen. Nach einem Vergleich der Daten zeigte sich jedoch, daß die Werte der in beiden Werken erfaßten Arten so weit streuen und voneinander abweichen, daß von einer Übernahme und Adaptierung der Werte von LANDOLT Abstand genommen werden mußte (vgl. ENGLISCH in prep.). Daher wurde versucht, für die erhobenen Arten die jeweils fehlenden Werte in Anpassung an ELLENBERG (1991) zu ergänzen, wobei

die Angaben bei ZIMMERMANN & AL. (1989) eine nicht unbedeutende Hilfe darstellten. Die Ergänzungen der Zeigerwerte sind im Anhang aufgelistet und seien hier ausdrücklich zur Diskussion gestellt.

### **Ablaufschema der numerischen Analyse**

Die Analyse der Vegetation und einiger (einfacher) geoökologischer Parameter mit verschiedensten numerischen Verfahren war kein Unterfangen von linearem Charakter, sondern durch zahlreiche Rückbezüge und Querverbindungen gekennzeichnet. Schlußendlich läßt sich der Ablauf mit der folgenden, schrittweisen Auflistung schematisch darstellen.

#### Klassifikatorischer Ansatz

##### Schritt 1:

Testanalysen zur Verfahrensauswahl mit Vegetationsdaten aus dem Dachsteingebiet von eigenen Erhebungen zusammen mit Daten aus der Literatur, Prüfung des Einflusses von Datentransformationen sowie Wahl der Proximitätsmaße und der Fusionsalgorithmen (vgl. CAMPBELL 1978, LEGENDRE & LEGENDRE 1983, WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980)

Definition der Kriterien zur syntaxonomischen Hierarchisierung (vgl. KOMÁRKOVÁ 1980)

Prüfung der Standortvariablen und mittlerer Zeigerwerte auf Unabhängigkeit und Varianzhomogenität

##### Schritt 2:

Gebietsweise Bearbeitung der eigenen Vegetationsdaten mit Abgrenzung lokaler bzw. regionaler Phytozönosen bei provisorischer Benennung als „Gesellschaften“ und „Gebietsassoziationen“

Vergleich dieser „Gebietsassoziationen“ und Überprüfung der Trennkriterien mit varianzanalytischen Verfahren mit resultierenden Vegetationstabellen nach einer groben Gliederung der Nordostalpen

Vorklassifizierung der Standortdaten

##### Schritt 3:

Cluster-Gesamtanalyse der eigenen Vegetationsaufnahmen und Erstklassifikation der Literaturdaten zur Vorselektion und Überprüfung der Gesellschaftsgliederungen der jeweiligen Autoren; Vergleichsanalysen von Zufallsauswahlen zur Überprüfung der Zulässigkeit und Zuverlässigkeit von „*random samples*“ für numerische Verfahren der Klassifikation und Ordination

Zusammenstellung der Daten in Gesellschafts(groß)gruppen mit abschließender Cluster-Endanalyse zur Abgrenzung von Assoziationen, Fassung der „Zentralassoziationen“ und Übergangsgesellschaften sowie möglicher übergeordneter Einheiten

Benennung der Syntaxa, Korrektur ihrer Nomenklatur und Darstellung ausgewählter Gesellschaftsgruppen in Form von Einzeltabellen

#### Gradientenanalytischer Ansatz

##### Schritt 1:

Testanalysen zur Verfahrensauswahl in Abstimmung mit den clusteranalytischen Ergebnissen und Definition notwendiger Datentransformationen

##### Schritt 2:

Erstellung von Ordinationsmodellen für Vegetationsaufnahmen und Arten mittels metrischer und nicht-metrischer Verfahren zur Analyse von Gradientenstrukturen und Datenverteilung in Ordinationsräumen verringerter Dimensionalität

Indirekte Gradientenanalyse und Korrelation der floristischen Gradienten mit primär erhobenen Standortparametern

Indirekte und direkte Gradientenanalyse der Vegetationsdaten mit ökologischen Zeigerwerten (als sekundär aus Vegetationsdaten errechnete Parameter) zur Standortseinschätzung

### Endanalyse und Theorienbildung

Gegenüberstellung bzw. Verknüpfung von Cluster- und Ordinationsergebnissen und Interpretation nach floristischen Kriterien

Kausalanalytische Interpretation der Vegetationsdaten durch Korrelation von floristisch definierten Ordinationsachsen mit beschreibenden ökologischen Faktoren und Analyse gruppiertes Vegetationsdaten in bezug auf gemittelte Standortparameter.

Anwendung beschreibender Verfahren zur Charakterisierung weiträumig verbreiteter bzw. endemischer Arten bzw. arealgeographischer Phänomene im Ansatz der floristischen Analyse von Pflanzengesellschaften

Frage nach der Bedeutung numerischer Verfahren für die floristische Gliederung von Gesellschaftsgruppen und Verbänden im Zusammenhang mit einer ökologischen Interpretation

Floristische Charakterisierung der Assoziationen und Gesellschaften von Schuttfuren und Schneeböden sowie übergeordneter Einheiten

Kritische Betrachtungen zum Charakterartenkonzept und der Syntaxonomie höherer Einheiten sowie Ansätze zur Diskussion des Kontinuum-Diskontinuum-Konzeptes

Der Umfang der Analysen macht es unmöglich alle Ergebnisse im Detail darzustellen. Dies betrifft (wie bei der Beschreibung der einzelnen Methoden bereits erwähnt) im Besonderen die Testverfahren, die jedoch bereits in Manuskriptform vorliegen. Darüberhinaus ist eine ins Detail gehende Analyse von standortsökologischen Faktoren ebenso ausständig, wie die Überarbeitung des Konzeptes der ökologischen Artengruppen für die Schneebodengesellschaften (und ihre floristischen Beziehungen zu Gesellschaften bzw. Syntaxa floristisch-ökologisch nahestehender Standortbereiche) oder kartographische Darstellungen zu den Verbreitungsgebieten der Phytozonosen und ihrer Abhängigkeit mit Pflanzenarealen (vgl. dazu die geographische Gültigkeit von Charakterarten, MUCINA 1993). Diese Ergebnisse liegen in Teilen bereits vor und sollen in weiteren Arbeiten zugänglich gemacht werden.

## **Vegetationstheoretische Anmerkungen**

### **Grundzüge und Konzepte der mitteleuropäischen Vegetationsgliederung**

(vgl. BRAUN-BLANQUET 1964, DIERBEN 1990, DIERSCHKE 1994, GLAVAC 1996)

Die Synsystematik der mitteleuropäischen Schule baut auf dem floristischen Konzept auf und gliedert die Vegetation nach erkennbaren Pflanzengesellschaften aufgrund der floristischen Ähnlichkeit in hierarchischer Weise, wobei die Gliederung – neben Konstanten und dominanten Begleitern – vor allem auf der Artbewertung als Kenn- und Trennarten (Differentialarten, Charakterarten, Transgressive) beruht (vgl. zusätzlich WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980, MUCINA 1993). Unter Reinhold TÜXEN und Otilie WILMANNs entartete der „floristische Vergleich“ der Vegetationsgliederung beinahe zum Selbstzweck der Pflanzensoziologie und erfolgte mit starker subjektiver „Reinigungskraft“ des jeweiligen Bearbeiters<sup>8</sup>. Die Rückbesinnung auf ökologische Inhalte und ökologische Fassung der Syntaxa unter Einbeziehung von Standortqualitäten wurde vor allem von ELLENBERG betrieben (vgl. ELLENBERG 1986, 1995). Die Wirkung von Faktorenkomplexen auf die Vegetation und ihre Komponenten steht heute wieder im Vordergrund und lässt sich mit DIERBEN (1996) gliedern in:

<sup>8</sup> Vgl. TÜXEN (1974: 23f): „Größtmögliche Sorgfalt haben wir auf die Tabellen-Ordnung verwandt, um möglichst reine und homogene Einheiten aufzustellen, die ja die Grundlage aller weiteren pflanzensoziologischen Arbeiten bilden. Zunächst wurden alle Aufnahmen einer Assoziation in den Tabellen nachgetragen. Um die Assoziationen innerhalb eines Verbandes oder einer Ordnung gegeneinander scharf abgrenzen zu können, wurde nach weiteren Trennarten sowie nach Trennarten möglicher Untereinheiten gesucht.“ [...] „Die durch diese Trennarten-Gruppen erkennbar werdenden Untereinheiten (Subassoziationen) wurden in den Tabellen nun auf ihre Homogenität geprüft. Die Bereinigung der Tabellen erfolgte durch Ausscheiden von Aufnahmen mit ‘Schwänzen’, von solchen mit größeren Lücken sonst steter Arten und mit auffallend hohen Mengenwerten einzeln vorkommender Arten, sowie endlich von solchen, deren Artenzahl zu stark nach oben oder unten von der mittleren Artenzahl abweicht. Für jede Assoziation wurde eine Stetigkeitstabelle mit allen Subassoziationen erstellt.“

operationell - ökophysiologisch-funktionell auf Zellebene  
konditionell - Festlegung der Artentwicklungsmöglichkeiten  
positionell - in topographisch-naturräumlichem Zusammenhang  
sequentiell - in Zeitreihen fluktuierend

Die Analyse der Vegetation soll hinführen auf abgeleitete, d. h. abstrakte Typen in struktureller, funktionaler und raumzeitlicher Ordnung, mit dem Ziel, Aussagen über regional erarbeitete Vegetationstypen zu generalisieren und den Gültigkeitsbereich der an konkreten Beständen gewonnenen Erkenntnisse mit den Methoden und zur Erklärung der Synsystematik, Synmorphologie, Synökologie, Synchorologie und Syndynamik abzustecken. Vorbedingung für diese Konzeption ist jedoch die Auffassung der Vegetation als Diskontinuum, die sich daher in logisch abgrenzbare Einheiten gliedern läßt (vgl. MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, DIERSCHKE 1994). Dazu im Gegensatz steht die Sichtweise der Vegetation als Kontinuum (vgl. WHITTAKER 1982, OKSANEN & RANTA 1992), die nur die Beschreibung der Vegetation und ihrer Veränderungen durch Standortsgradienten zuläßt (vgl. dazu AUSTIN 1985). Daß diese beiden Konzepte nicht unvereinbar, sondern vielmehr zu kombinieren und zu erweitern sind, beweist die Arbeit von COLLINS & AL. (1993).

#### Höhere syntaxonomische Einheiten

Klassen sind seit CUVIER Ordnungsprinzipien mit genereller Gültigkeit, Baupläne mit Gesetzmäßigkeiten, nicht nur abstrakte übergeordnete Einheiten. Dieses Prinzip ist im Ordnungssystem der Vegetationskunde allerdings nicht vollzogen. Hier wird versucht entweder das floristische Konzept bis in die obersten hierarchischen Einheiten fortzusetzen (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964, TÜXEN 1974), mit dem Ergebnis, daß diese Einheiten entweder kaum noch Kennarten aufweisen, oder nur mehr Arten beinhalten, die den Umfang der Vegetationsklasse nur sehr schlecht repräsentieren. Andererseits wird das Konzept der floristischen Gliederung vielfach durchbrochen und man behilft sich vermehrt mit der ökologischen Charakterisierung dieser Einheiten (wie gerade bei den Vegetationsklassen Salicetea herbaceae und Thlaspietea rotundifolii), was eigentlich der Fassung von Formationen und dem ökologisch-strukturellen Konzept nach GRISEBACH (1872) vorbehalten war. Die Typenlehre und das Charakterartenkonzept zeigen ihre Mängel mit zunehmender Höhe der hierarchischen Einheiten (vgl. PIGNATTI & AL. 1995), das Problem der Hierarchisierung soll nach Darstellung der Ergebnisse als Abschluß der vorliegenden Arbeit erneut aufgeworfen werden.

#### „Verwandtschaft“ von Pflanzenbeständen

Theoretische Vegetationsbetrachtung sowie das Konzept von Vegetationskontinuum im Gegensatz zu diskreten Vegetationseinheiten ist in keinem Fall ein Problem echter „Verwandtschaft“. Wenngleich ökologisch definierte oder floristisch ähnliche Vegetationstypen immer wieder als „verwandte“ Gesellschaften oder Assoziationsgruppen bezeichnet werden (z. B. BRAUN 1913, OZENDA 1988, GREIMLER 1991 oder DIERSCHKE 1992), kann damit nie phylogenetische Verwandtschaft gemeint sein. Die Vegetation ist zwar durch floren- und klimahistorische Prozesse mitbestimmt, floristisch ähnliche Vegetationseinheiten sind jedoch nicht zwangsläufig gleichen Ursprungs und haben sich nicht gemeinsam fortentwickelt. Vielmehr haben sie sich, von Region zu Region verschieden, aus den vorhandenen und an den entsprechenden Standort angepaßten Arten herausdifferenziert. Darübergelagert sind Prozesse der Sippendifferenzierung und Zu- bzw. Abwanderung einzelner Arten im Laufe der Jahrtausende – im Alpenraum vor allem geprägt durch inter- und postglaziale Klimaänderungen. Der Begriff „Verwandtschaft“ ist ohne ein evolutives Grundkonzept der Vegetationsentstehung und -dynamik daher zu vermeiden. Voraussetzung für die Entwicklung eines solchen Konzept-

tes ist aber die Erfassung aller historischen Prozesse, die die Vegetation als konkrete Einheiten beeinflußt haben, sowie die Erforschung der rezenten und historischen Zusammensetzung von Vegetationstypen und ihrer standortsökologischen Bedingungen. Solange dies nicht empirisch belegt ist, muß auch ein Begriffsinventar, das von der Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsstruktur und ihrer aufbauenden Arten ausgeht (vgl. die „reliktische Ausbildung“ bei SCHUHWERK 1990 und EGGENSBERGER 1994) – ein hypothetisches bleiben.

#### Syntaxonomische Nomenklatur

Soweit die Vegetationseinheiten faßbar sind, werden die Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur befolgt (BARKMAN & AL. 1986). Diese stellen – bei allen Mängeln – einen „sinnvollen“ Rahmen dar, um die Sprache der Pflanzensoziologie und ihrer Gesellschaftsgliederung zu vereinheitlichen (vgl. DIERSCHKE 1996) und legitime Namen von Pflanzengesellschaften für weitere Verständigung zu schaffen.

## Ergebnisse

Das zentrale Thema der Vegetationsökologie von Kontinuität oder Diskontinuität der Vegetation läßt sich für die vorliegende Arbeit und die multivariaten Analyse der behandelten Vegetationstypen umformulieren in die Frage:

Entsprechen Pflanzengesellschaften und Gesellschaftsgruppierungen natürlichen Vegetationsmustern, sind sie auch statistischen Analysen zugänglich sind, oder ist das hierarchische, syntaxonomische System – dessen praktische Anwendung sich ja bereits mehrfach bewiesen hat (vgl. DIERSCHKE 1994) – nur ein Zweckbau, um die Übersicht über die natürlichen Verhältnisse zu behalten?

Damit bei der Analyse resultierender Gruppen und Datenmuster nicht vorwiegend Eigenschaften oder Eigenheiten der Verfahren interpretiert werden, schien es notwendig, einen Teil der eigenen Vegetationsdaten für eine Voruntersuchung auszuwählen, und in mehreren Testläufen verschiedene Verfahren auszuwählen und zu vergleichen. Das auszuwählende Datenmaterial sollte Vegetationsaufnahmen zu Schneeböden und alpinen Schuttfluren nach Möglichkeit über die gesamte Standortsamplitude in gleichmäßiger Streuung enthalten. Für diesen Zweck hat sich das Material aus dem Dachsteingebiet angeboten, das eine Vielzahl von Standortsqualitäten beinahe gleichmäßig über alle Höhenstufen zeigt. Aus diesen 195 Vegetationsaufnahmen soll damit ablesbar sein, inwieweit einzelne Klassifikationsmethoden in der Lage sind, bereits vorab bekannte, mehr oder weniger stark abweichende bzw. eigenständige Gruppen aufzudecken, sowie wie sehr Clusterergebnisse Abhängigkeiten von der Gruppengröße zeigen bzw. einzelne Aufnahmen zu einer Verzerrung der Ergebnisstruktur beitragen. Verschiedene Ordinationsverfahren wurden herangezogen, um räumliche Verteilungen von Arten und Aufnahmen zu analysieren, die ein hinsichtlich der Dimensionalität reduziertes, aber dennoch weitgehend unverzerrtes und vor allem interpretierbares Abbild der vegetationskundlichen Daten liefern.

Die Ergebnisse der Voranalyse liegen im Detail zwar, können an dieser Stelle aber nicht weiter dargestellt werden, vor allem um die eigentliche Analyse und die Darstellung der Vegetationsverhältnisse nicht allzusehr einschränken zu müssen.

Ausgangsbasis der nachstehend beschriebenen Gesellschaftsklassifizierung ist die Gesamtheit der erhobenen Vegetationsaufnahmen inklusive der bestimmaren Kryptogamen (Moose und Flechten) im Untersuchungsgebiet. Angewendet wurden die eingangs beschriebenen Fusionsalgorithmen und Distanz- bzw. Ähnlichkeitsmetriken, folgende Abkürzungen finden dafür Verwendung:

SL	Single Linkage	SR.....Wishart's Similarity Ratio
CL	Complete Linkage	SR II.....Similarity Ratio II
ALb	Average Linkage between groups (UPGMA)	PS .....Percentage Similarity
ALw	Average Linkage within groups (WPGMA)	CI.....Czechanowski Index
WD	Verfahren nach Ward	Jl.....Jaccard Index
	COR Pearson Korrelation	

Anmerkung: Die Vegetationstabellen der Gebietsdaten (Stetigkeitstabellen: Tab. A, Tab. B und Tab. C), der Verbände des *Arabidion caeruleae* (Tab. D), des *Salici herbaceae-Arabidion caeruleae* (Tab. E), des *Soldanello alpinae-Salicion retusae* (Tab. F), sowie der *Saxifraga-Fluren* (Tab. G) und der *Moosgesellschaften* (Tab. H) finden sich im Anhang, ebenso wie die der F- und T-Statistik (Tab. A<sub>FT</sub>, Tab. B<sub>FT</sub>, Tab. C<sub>FT</sub>).

## Datenanalyse und Klassifikation der Gesellschaften

Eine erste klassifikatorische Analyse der eigenen Vegetationserhebungen wurde dreigeteilt nach ihrer Lage in einer Grobgliederung des Alpenraumes durchgeführt (vgl. *Abb. 35* in Kap. „Methoden“).

Diese Gliederung lehnt sich an Waldwuchsbezirke (vgl. MAYER 1974) und Verbreitungsgebiete alpiner Sippen (vgl. MERXMÜLLER 1952-54, NIKLFELD 1972, 1973) an. Die Gebietsgliederung für die Nördlichen Kalkalpen im Ostalpenraum läßt sich wie folgt darstellen:

**Gebiet-1 (N1)** ist ident mit dem westlichen Teil der Nordostalpen und reicht vom Rätikon bzw. Bregenzer Wald (Rheintal) bis östlich zum Innquertal (Karwendel – Rofan);

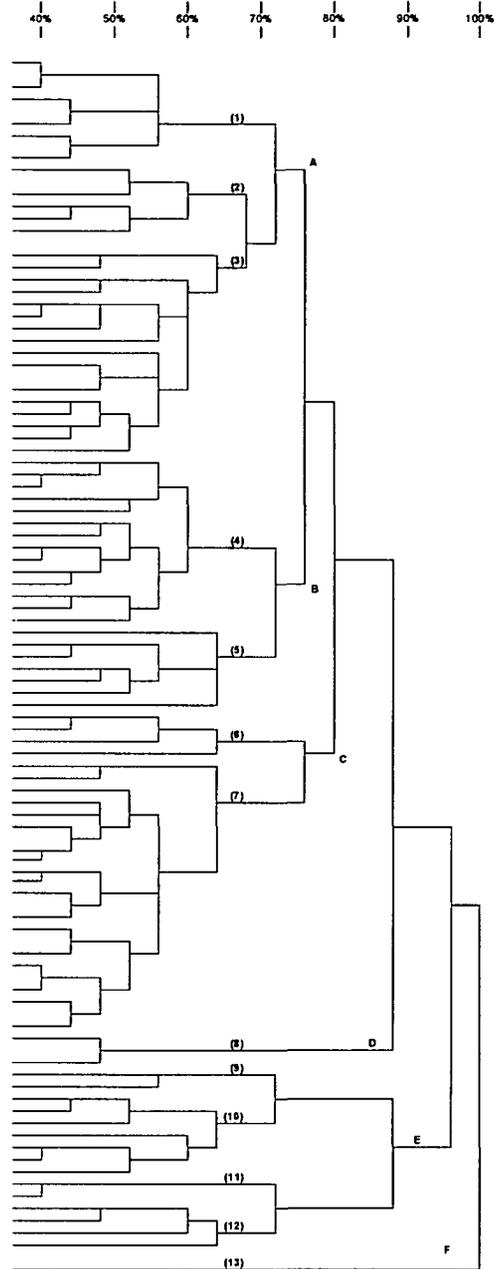
**Gebiet-2 (N2)** bezeichnet die mittleren Nordostalpen vom Kaisergebirge bis zum Trauntal (Dachstein – Höllengebirge);

**Gebiet-3 (N3)** umfaßt die nordöstlichsten Kalkalpen vom Toten Gebirge bis zum Rax-Schneeberg-Gebiet mit seiner hohen Konzentration an Endemismen (vgl. PAWLOWSKI 1969, 1970).

Die Clusterergebnisse mit binären Ähnlichkeitsmaßen (JI bzw. CI) zeigen zum einen deutlich, welche Aufnahmegruppen als gut definierbare Gesellschaften abgetrennt werden können und welche Aufnahmen im Vergleich zum Restdatensatz durch deutliche floristische Abweichungen bedingt sind. Zum anderen wird die floristische Homogenität der übrigen Daten offensichtlich, sofern die Artmächtigkeiten nicht berücksichtigt werden.

Als Beispiel kann *Dendrogramm 1* für die Analyse der Gebiet-3-Daten dienen. Deutlich separiert erscheinen das *Crepidetum terglouensis* (Gruppe 8) und *Petasion paradoxii*-Gesellschaften (*Trisetum distichophylli* und *Silene glareosa*-Gesellschaft (Gruppe 9-12), ebenso wie ein extremes *Polytrichetum sexangularis* (Gruppe 13) vom Hochschwab. Inhomogene Gliederungen ergeben sich dagegen bei den *Salix retusa*-Schneeböden (Gruppe 1-3), *Poa supina*-/*Deschampsia*-Rasen mit *Achillea clusiana*- und *Potentilla brauneana*-Fluren (Gruppe 4-5), sowie den *Thlaspi rotundifolium*-Schuttgesellschaften und *Campanula pulla*- bzw. *Saxifraga stellaris*-Schuttneeböden (Gruppe 6-7). Eine Gliederung auf geringerem Ähnlichkeitsniveau (Gruppen A bis F) spiegelt zwar in etwa Verbandsteilungen bzw. ökologische Gruppierungen wider (A = *Soldanello alpinae*-*Salicion retusae*, B = „*Poion supinae*“ mit versauernden, nährstoffreichen *Arabidion*-Gesellschaften, C = *Arabidion caeruleae* und lange schneebedeckte *Thlaspi rotundifolii*-Gesellschaften, D = trockene Schutt-Pionierrasen des *Thlaspi*, E = *Petasion paradoxii*, F = *Salicion herbaceae*), durch eigene Arten definierte Gesellschaften lassen sich dagegen nicht abgrenzen. Die durch (im allgemeinen Konzept der Synsystematik verankerte) charakteristische Artenkombinationen oft angezeigte Standortvariabilität und der dadurch bedingten Verschiebungen der Deckungsverhältnisse kann mit diesen Metriken somit nicht nachvollzogen werden.

Dendrogramm 1: Clusterdendrogramm der *A u f n a h m e n* der Gebiet-3-Daten (nordöstlichste Kalkalpen) mit Czechanowski Index und Average Linkage (between groups), unter dem 40%-Niveau gekürzt. Weitere Erläuterungen im Text.



Tab. 16: Übersicht über die in Dendrogramm 1 verwendeten Gruppenbezeichnungen:

Gruppe	Gesellschaft(en)
1	Diantho alpinae-Salicetum retusae, <i>Lotus alpinus</i> -Ausbildung
2	Homogyno-Salicetum retusae, <i>Soldanella austriaca</i> - <i>Doronicum calcareum</i> -Ausbildung; verarmte <i>Carex parviflora</i> -Ausbildung
3	<i>Salix retusa</i> - <i>Carex atrata</i> -Ges., bodensaure Ausbildung und <i>Ligusticum mutellina</i> -Ausbildung; Diantho alpinae-Salicetum retusae, <i>Carex sempervirens</i> -Ausbildung; <i>Potentillo dubiae</i> -Homogynetum discoloris, <i>Anthoxanthum alpinum</i> -Ausbildung
4	Poo-Cerastietum cerastioidis, <i>Ligusticum mutellina</i> -Ausbildung; Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, <i>Soldanella austriaca</i> -Ausbildung; <i>Ligustico mutellinae</i> - <i>Gnaphalietum supinae</i> , <i>Achillea clusiana</i> - <i>Deschampsia cespitosa</i> -Ausbildung
5	<i>Saxifraga stellaris</i> - <i>Soldanella austriaca</i> -Ges., <i>Luzula glabrata</i> - <i>Campanula pulla</i> -Ausbildung; <i>Saxifraga androsacea</i> - <i>Achillea atrata</i> -Ges., <i>Pohlia wahlenbergii</i> - <i>Preissia quadrata</i> -Ausbildung; <i>Potentillo dubiae</i> -Homogynetum discoloris, <i>Achillea clusiana</i> -Ausbildung; <i>Luzula glabrata</i> - <i>Thlaspi alpestre</i> -Ges.
6	Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii, <i>Saxifraga aphylla</i> -Ausbildung; Saxifragetum sedoides-Ges., <i>Silene pusilla</i> - <i>Soldanella austriaca</i> -Ausbildung; Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, <i>Arabis alpina</i> - <i>Pritzelago alpina</i> -Ausbildung;
7	<i>Leontodon montanus</i> - <i>Carex parviflora</i> -Ges.; Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris, <i>Pseudoleskeella catenulata</i> -Ausbildung; Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, <i>Soldanella austriaca</i> -Ausbildung; Saxifragetum stellaro-sedoidis, <i>Achillea clusiana</i> - <i>Campanula pulla</i> -Ausbildung; <i>Saxifraga stellaris</i> - <i>Soldanella austriaca</i> -Ges., <i>Doronicum calcareum</i> - <i>Achillea atrata</i> -Ausbildung; <i>Moehringia ciliata</i> - <i>Campanula pulla</i> -Ges., <i>Cerastium carinthiacum</i> -Ausbildung
8	<i>Crepidetum terglouensis</i> , <i>Minuartia sedoides</i> - <i>Sesleria ovata</i> -Ausbildung
9	Athamanto-Trisetetum distichophylli; <i>Papaver alpinum</i> - <i>Cerastium carinthiacum</i> -Ges.
10	<i>Papaver alpinum</i> - <i>Rumex scutatus</i> -Ges.; <i>Minuartia austriaca</i> - <i>Campanula cespitosa</i> -Ges.
11	<i>Silene glareosa</i> - <i>Gypsophila repens</i> -Ges.
12	Moehringio-Gymnocarpietum robertiani; <i>Silene glareosa</i> - <i>Gypsophila repens</i> -Ges., <i>Erysimum sylvestre</i> -Ausbildung
13	<i>Polytrichetum sexangularis</i>

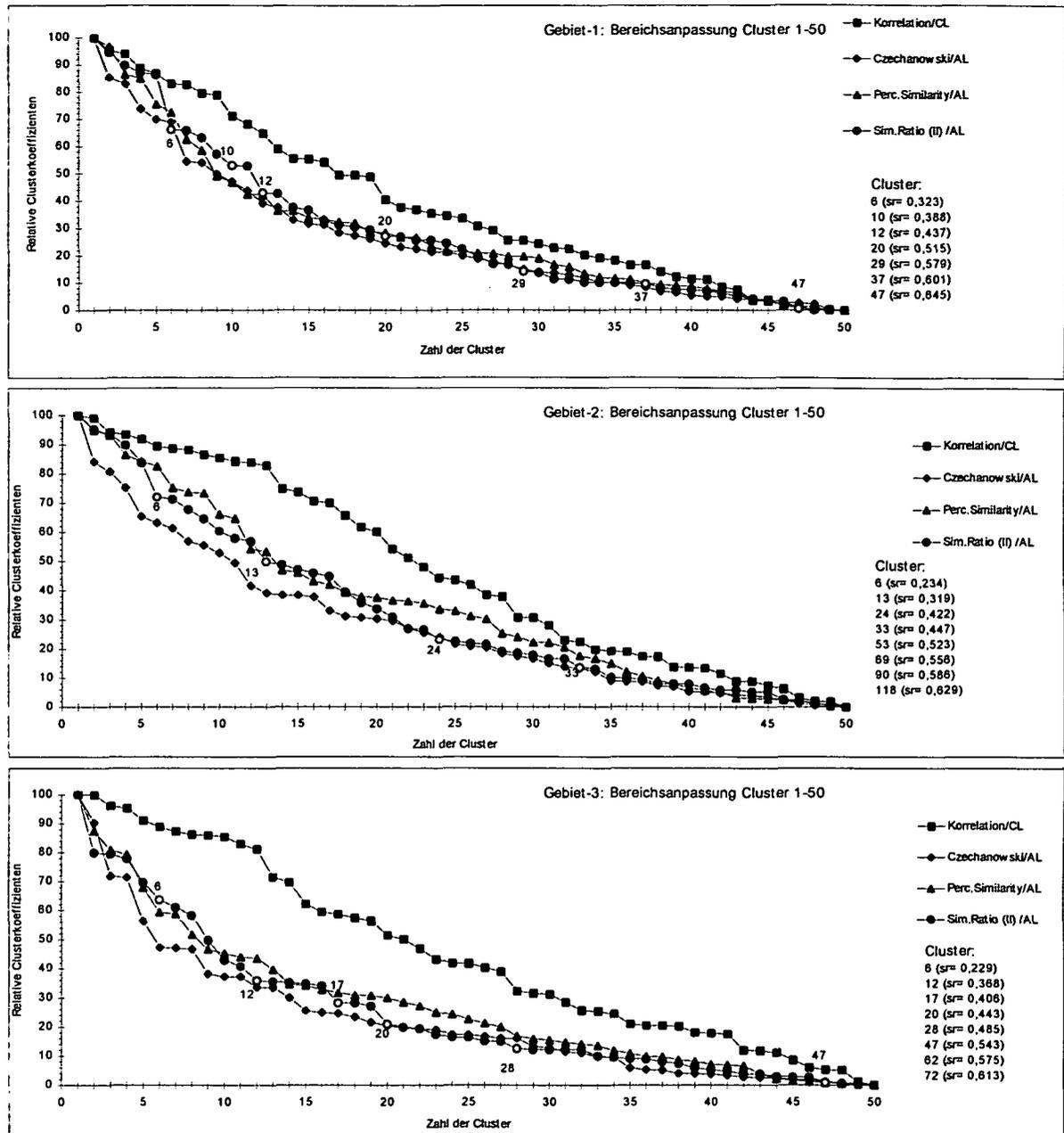
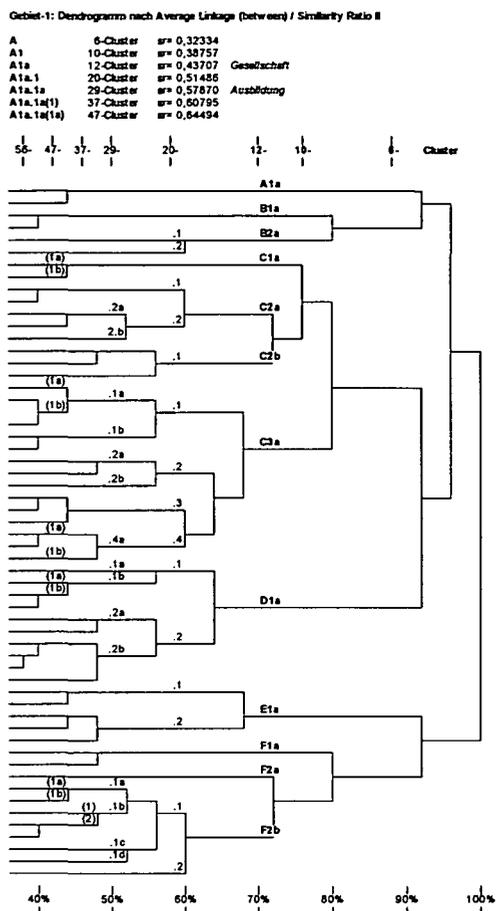


Abb. 39: Koeffizienten der Clusteranalysen mit Similarity Ratio II und Average Linkage (between groups) für Gebiet-1 (westliche Nordostalpen), Gebiet-2 (mittlere Nordostalpen) und Gebiet-3 (östliche Nordostalpen) im Vergleich mit den Clusterkoeffizienten nach Klassifikation mit Pearson Korrelation und CL, Czechanowski Index und ALb sowie Percentage Similarity und ALb (Koeffizienten für Cluster 1-50 bereichsangepaßt). Die Zahlen kennzeichnen Clusterlösungen für SR II-ALb (helle Schraffuren) mit relativ geringem Anstieg vor einem sprunghaften Anwachsen der Clusterkoeffizienten. Sie zeigen lokale Optima der Gruppenbildung an.

**Dendrogramm 2: Clusterdendrogramm der *Aufnahm*en der Gebiet-1-Daten (westliche Nordostalpen) mit SR II und ALb, unter dem 40%-Niveau gekürzt. Die Bedeutung der Abkürzungen ist aus Tab. 17 ersichtlich.**



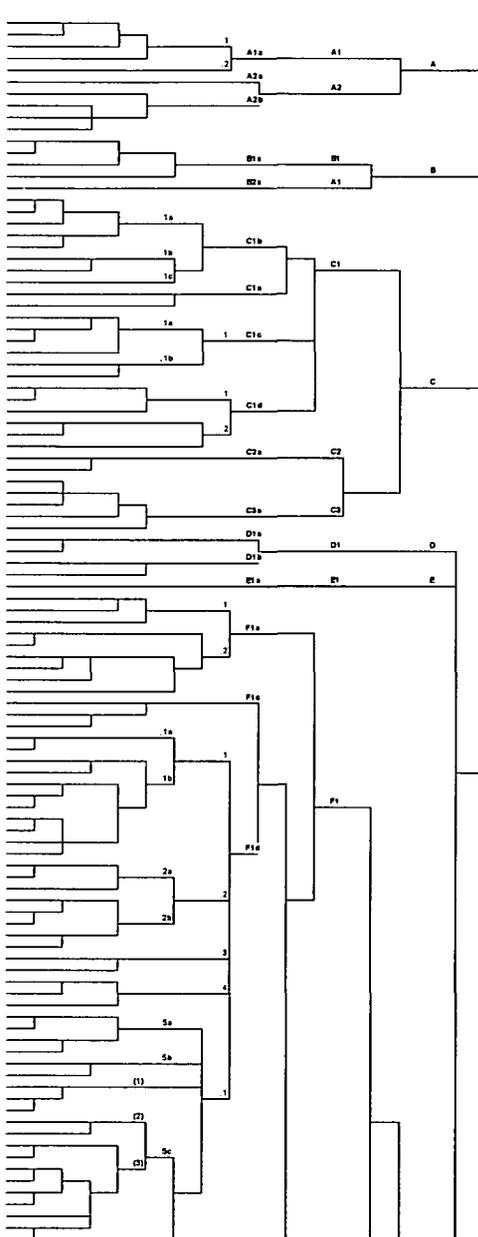
Tab. 17: Legende zum Dendrogramm der *Aufnahm*en der Clusteranalyse mit SR II / ALb für Gebiet-1 (westliche Nordostalpen) und zu Tab. A (im Anhang) mit provisorischen und endgültigen Gesellschaftsbenennungen nach Literaturvergleich (im Anhang!).

Um die Analyse zu verfeinern ist es daher notwendig metrische bzw. semimetrische Proximitätsmaße für stetige Daten zu verwenden. In der Voranalyse hat sich dafür Wishart's Similarity Ratio bzw. ihre Variante (Similarity Ratio II) für Objektklassifikationen als besonders geeignet herausgestellt. Die Anordnung der Arten wird durch Ähnlichkeitsberechnungen nach der Produktmoment-Korrelation unterstützt. Die Klassifizierung der Vegetationsaufnahmen (Objekte) wurde mit diesen Algorithmen (SR II und ALb) für alle drei Gebiete getrennt durchgeführt, die Clusterfusionen sind in *Dendrogramm 2*, *Dendrogramm 3* und *Dendrogramm 4* wiedergegeben. Die entsprechenden Gruppennamen sind aus *Tab. 17*, *Tab. 18* und *Tab. 19* ersichtlich. Die Diagramme der Clusterkoeffizienten (vgl. *Abb. 39*) ermöglichen einen Abgleich der Dendrogramm-Gruppierungen mit den größten, zugehörigen Koeffizientenanstiegen und eine Identifizierung mit Vegetationsdiskontinua.

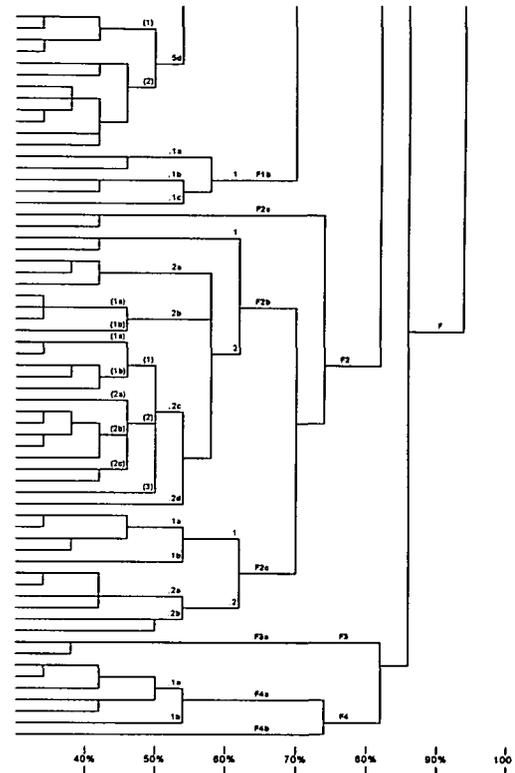
Dendrogramm 3: Clusterdendrogramm der *Aufnahmen* der Gebiet-2-Daten (mittlere Nordostalpen) mit SR II und ALb, unter dem 40%-Niveau gekürzt. Die Bedeutung der Abkürzungen aus Tab. 18 ersichtlich.

Gebiet-2: Dendrogramm nach Average Linkage (between) / Similarity Ratio 0

A	6-Cluster	sr= 0,23370
A1	13-Cluster	sr= 0,31944
A1a	24-Cluster	sr= 0,42192
A1a.1	33-Cluster	sr= 0,45873
A1a.1a	53-Cluster	sr= 0,52270
A1a.1a(1)	69-Cluster	sr= 0,55566
A1a.1a(1a)	90-Cluster	sr= 0,58811
A1a.1a(1a.1)	119-Cluster	sr= 0,62865

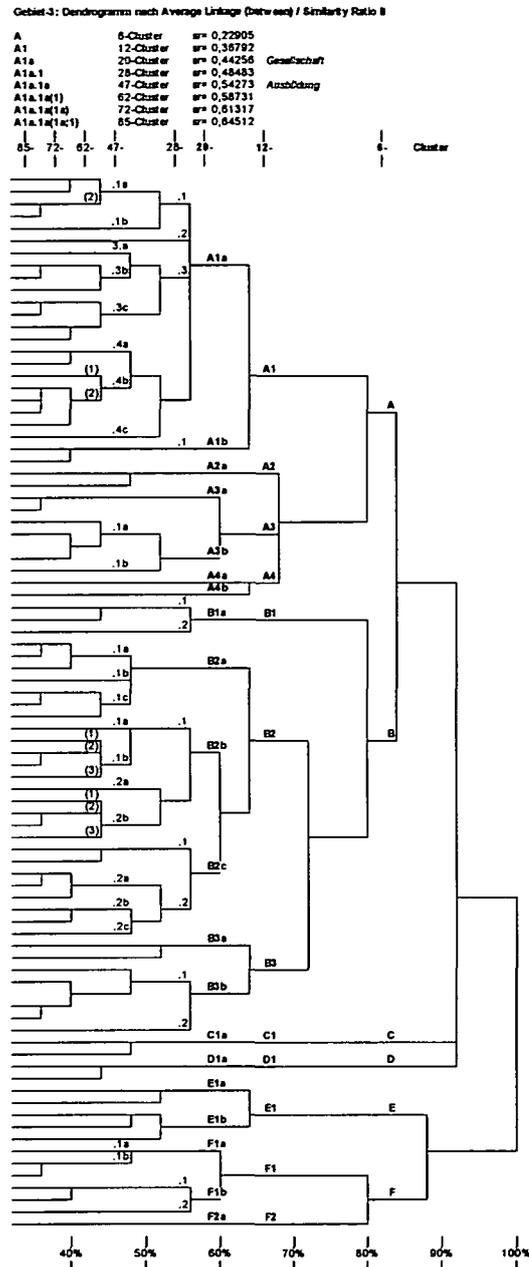


(Forts.)



Tab. 18: Legende zum Dendrogramm der *Aufnahmen* der Clusteranalyse mit SR II / ALb für Gebiet-2 (mittlere Nordostalpen) Tab. B (im Anhang) mit provisorischen und endgültigen Gesellschaftsbenennungen nach Literaturvergleich (im Anhang!).

Dendrogramm 4: Clusterdendrogramm der A u f n a h m e n der Gebiet-3-Daten (östliche Nordostalpen) mit SR II und ALb, unter dem 40%-Niveau gekürzt. Die Bedeutung der Abkürzungen ist aus Tab. 19 ersichtlich.



Tab. 19: Legende zum Dendrogramm der A u f n a h m e n der Clusteranalyse mit SR II / ALb für Gebiet-3 (östliche Nordostalpen) Tab. C (im Anhang) mit provisorischen und endgültigen Gesellschaftsbenennungen nach Literaturvergleich (im Anhang!).

Der jeweils nächstfolgende Schritt der Clusterfusionierung führt zu einem stärkeren Anstieg der Clusterkoeffizienten und zeigt so ein „lokales Optimum“ auf einem Clusterniveau an, das eine geringere Streuung innerhalb der Cluster („within variance“) im Vergleich zu Streuung zwischen den Cluster („between variance“) bzw. zur Gesamtstreuung aufweist als vorhergehende oder nachfolgende Fusionierungsniveaus. Diese sind in den Diagrammen markiert, die Zahlen geben die Anzahl der Cluster auf dem entsprechenden „Clusterniveau“ an. Aus Tab. 20 sind die absoluten Werte des SR II-Koeffizienten für die drei Gebiete ersichtlich.

Auffallend ist dabei die weitgehende Übereinstimmung der absoluten Fusionsniveaus, vor allem bei einem Ähnlichkeitswert von 0,42 bis 0,45 (Stufe A1a) deutet sich eine übereinstimmbare Gruppenbildung an, die als Gesellschaften provisorisch voneinander abgegrenzt werden. Ein weiteres Mal tritt dies bei Ähnlichkeitswerten von 0,49 bis 0,53 auf, d. h. bei 50%iger Ähnlichkeit unter Verwendung der Similarity Ratio II. Diese Stufe wird vorläufig als „Variante“ der Gesellschaft bezeichnet und ist möglicherweise auch mit der syntaxonomische Rangstufe „Gesellschaftsvariante“ gleichzusetzen.

Tab. 20: Vergleich der „lokalen Optima“ im Fusionierungsprozeß der Clusteranalysen für Gebiet-1, Gebiet-2 und Gebiet-3 mit absoluten Werten der Similarity Ratio II am entsprechenden Niveau. Die Stufen (A, B, ...; A1, A2, ...; A1a, A1b, ...; jeweils fortlaufend) sind ident mit der Kennzeichnung der einzelnen Gruppen. Die fett markierte Zeilen entsprechen dem Niveau der „Gesellschaft“ bzw. der „Variante“.

Gebiet-1 (122 Aufn.)			Gebiet-2 (297 Aufn.)			Gebiet-3 (195 Aufn.)		
Stufe	Cluster	abs. SR II	Stufe	Cluster	abs. SR II	Stufe	Cluster	abs. SR II
A	6	0,323	A	6	0,234	A	6	0,229
A1	10	0,388	A1	13	0,319	A1	12	0,368
<b>A1a</b>	<b>12</b>	<b>0,437</b>	<b>A1a</b>	<b>24</b>	<b>0,422</b>	<b>A1a</b>	<b>20</b>	<b>0,443</b>
-	-	-	A1a.1	33	0,447	-	-	-
<b>A1a.1</b>	<b>20</b>	<b>0,515</b>	<b>A1a.1a</b>	<b>53</b>	<b>0,532</b>	<b>A1a.1</b>	<b>28</b>	<b>0,485</b>
A1a.1a	29	0,579	A1a.1a(1)	69	0,556	A1a.1a	47	0,543
A1a.1a(1)	37	0,601	A1a.1a(1a)	90	0,586	A1a.1a(1)	62	0,575
A1a.1a(1a)	47	0,645	A1a.1a(1a;1)	118	0,629	A1a.1a(1a)	72	0,613

Durch die Anordnung der Vegetationsaufnahmen in drei Gebietstabellen (Tab. A, Tab. B und Tab. C, im Anhang) nach den Ergebnissen der Clusteranalyse (Dendrogrammen) und einer Sortierung der Arten nach Korrelationen ist es möglich, die Gesellschaften und Varianten – vorerst für jedes Gebiet getrennt – provisorisch zu benennen (vgl. die zugehörigen Legenden in Tab. 17, Tab. 18, Tab. 19). Dabei wurde bewußt nur in Ausnahmefällen ein gültiger Name einer Pflanzengesellschaft bzw. Assoziation verwendet, um nicht vorzeitig zu Fehlschlüssen zu kommen, die in der Literatur bei Auftreten einzelner als „Charakterarten“ bekannter Taxa immer wieder gemacht wurden (vgl. die vielen Anwendungen der Namen „Salicetum retusoreticulatae“, „Doronicetum grandiflori“ oder „Arabidetum caeruleae“). Die Bandbreite der Gesellschaften geht dabei in allen drei Gebieten von Schuttfluren inklusive tiefgelegener Ausbildungen und trocken-rasigen, den Seslerio-Sempervireten nahestehenden, *Salix*-dominierten Gesellschaften über frische Kalkschuttschneeböden bis hin zu nährstoffreichen, durch *Poa alpina* geprägte Weiderasen und „Schneetälchen“ auf subneutralen bis sauren Standorten. Dadurch ist sichergestellt, einen Großteil der zu betrachtenden floristisch-ökologischen Beziehungen der Arabidion caeruleae-Gesellschaften analysieren zu können. (Die zuletzt akzeptierten und mit gültigen Namen belegten oder neu gefaßten Assoziationen werden in der Diskussion, Kap. „Die Pflanzengesellschaften“ näher erläutert).

Treten beim oberflächlichen Vergleich der Gesellschaften zum Teil recht gute Übereinstimmungen vor allem bei den Schuttfluren i. e. S. zu Tage, so wird die große Variationsbreite der Kalkschneeböden auf Schuttsubstraten einerseits und der *Salix retusa*-Gesellschaften andererseits im Verlauf der Nördlichen Kalkalpen nur allzu deutlich.

Alpine Schuttfluren – vor allem die zentralen Gesellschaften mit *Thlaspi rotundifolium subsp. rotundifolium* und *Pritzelago alpina subsp. alpina* – finden sich gleichförmig von den Lechtaler Alpen (Tab. A, Spalte C2a.1) über den Dachstein (Tab. B, Spalte A1a) bis zum Hochschwab (Tab. C, Spalte B1a) in alpinen Lagen bei Seehöhen über 2000 m, aber auch mit geringer Artenanreicherung in den tiefalpin- bis subalpinen Lagen z. B. von Schneeberg und Höllengebirge zwischen 1600 und 1800 m. Verschiedene Gesellschaften mit *Doronicum grandiflorum* vermitteln zu artenreichen Schuttfluren (v. a. in den westlichen Teilen der Nördlichen Kalkalpen; vgl. Tab. A, Spalte C2a.2 bis C3a.1) bzw. zu Kalkschuttneeböden offener Standorte mit dominierender *Saxifraga androsacea* und *Achillea atrata* (Tab. A, Spalte C3a.2; Tab. B, Spalte F1d.2). Sie, und noch deutlicher die weitverbreiteten *Campanula pulla*-*Achillea atrata*- und *Arabis caerulea*-Schneebodengesellschaften (Tab. B, Spalte F1d.5; Tab. C, Spalte B2c.2), zeigen die floristische und standörtliche Vielfalt innerhalb der Nördlichen Kalkalpen. Diese ist einerseits bedingt durch unterschiedliche geologische Verhältnisse und die verschiedenen topographischen Großformen und andererseits durch den Wandel der klimatischen Verhältnisse im West-Ost-Verlauf der Nordalpen (vgl. Kapitel 1). Die zunehmende Zahl an Endemiten macht sich vor allem im Bereich der östlichsten Abschnitte der Nördlichen Kalkalpen bemerkbar, wo eine Reihe von Schneebodengesellschaften mit stark abweichender Artengarnitur in Erscheinung tritt. So kann etwa eine *Saxifraga stellaris*-*Saxifraga sedoides*-Ges. (Tab. C, Spalte B2a) oder eine *Achillea clusiana*-*Campanula pulla*-Ges. (Spalte B2b) separiert werden. Deren Standortsansprüche scheinen sich auf den ersten Blick nicht wesentlich von den weiter westlich gelegenen *Achillea atrata*- und *Arabis caerulea*-Ges. zu unterscheiden. Zu bedenken ist dabei die allgemein geringere Höhenlage und der damit oft verbundene Rückzug auf schattige Dolinenhänge oder in Felsnischen, was vor allem am Hochschwab gut zu beobachten ist.

Eine breite Streuung des Arten- und Standortsspektrums macht sich in *Salix retusa*-dominierten Gesellschaften bemerkbar, die zumeist als *Salicetum retuso-reticulatae* (PIGNATTI-WIKUS 1959, WENDELBERGER 1971, HAUPT 1985) bezeichnet werden, oder im östlichen Nordalpengebiet als *Homogyno-Salicetum retusae* (vgl. HÖPFLINGER 1957). Andere Autoren sprechen vorsichtig von *Salix retusa*-Ges. (GREIMLER 1991, EGGENSBERGER 1994). Die Änderung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse (vgl. HÜBL & HOLZNER 1975) mit zunehmend kontinentalen Bedingungen im östlichen Nordalpengebiet ist dabei ein wesentlicher Faktor, doch die allgemeine Höhenlage und das Absinken der Durchschnittshöhen gegen den Alpenostrand könnte auch hier wieder entscheidend sein. Treten *Salix retusa*-Gesellschaften in den Lechtaler Alpen (Tab. A, Spalte D1a.2) in Höhen zwischen 2200 und 2450 m auf, so zeigen sie sich im mittleren und östlichen Nordalpengebiet (Dachstein, Hochschwab, Schneeberg) zwischen 1800 und 2250 m, vereinzelt steigen sie bis 1500 m herab (Höllengebirge, Hochschwab).

Die Schneeböden über sauren Substraten zeigen kein einfach zu interpretierendes Verteilungsmuster, obgleich auch hier Verallgemeinerungen möglich sind. Die extremsten Ausbildungen von „Schneetälchen“, die aus den Silikatketten beschrieben wurden, treten stellenweise unter besonderen Verhältnissen auch in den Nördlichen Kalkalpen auf. So findet sich das *Polytrichetum sexangularis* als typische Assoziation der „Schneetälchen“ der Zentralalpen (vgl. BRAUN 1913, FREY 1922) in den Lechtaler Alpen über Kreideschiefer (Tab. A, Spalte F2a) und am Hochschwab über tiefgründigem (fossilem) Terra-fusca-Boden

(Tab. C, Spalte A2a). Denjenigen Gebieten der Nördlichen Kalkalpen, denen besondere geologische bzw. pedologische Situationen in für die Entwicklung von Schneebodengesellschaften geeigneten Höhen fremd sind, fehlt diese Pflanzengesellschaft (Bsp. Karwendel, Hochkönig, Tennengebirge, Dachstein, Totes Gebirge, Schneeberg).

Vergleichbar damit ist das Vorkommen des *Salicetum herbaceae*, der zweiten, wichtigen Silikat-Schneebodengesellschaft. In typischer Ausprägung tritt sie nur in den Lechtaler Alpen auf (Tab. A, Spalte F2b). Üblicherweise an Standorten mit längerer Vegetationszeit als das *Polytrichetum sexangularis* ausgebildet, stellt sie jedoch deutlich höhere Ansprüche an die Feuchteverhältnisse. Wenn auch *Salix herbacea* in den gesamten Nördlichen Kalkalpen (nach Osten bis zur Rax) immer wieder auftritt, fehlt die nach ihr benannte Gesellschaft in den Gebieten, die in der alpinen Stufe starke Verkarstungserscheinungen zeigen. Stattdessen findet sich *Salix herbacea* etwa am Dachstein im *Potentillo-Homogynetum discoloris* (zuvor als „*Polytrichum juniperinum-Salix herbacea*-Ges.“ bezeichnet; vgl. Tab. B, Spalte F2c) – einer Gesellschaft, die den bodensauren Flügel der „*Salix retusa*-Spaliere“ darstellt und zwischen diesen und dem *Salicion herbaceae* vermittelt – oder in einer *Salix herbacea-Achillea atrata*-Ges. (Tab. A, Spalte C3a.4), die als neue Assoziation (*Salici-Arabitetum caeruleae*) zu beschreiben ist.

Gesellschaften von *Salix herbacea* und *Gnaphalium supinum* mit entsprechenden Ausbildungen in der (oberen) subalpinen Stufe stehen oftmals unter Weideeinfluß bei gleichzeitig wechselfeuchten bis wechsellrockenen Verhältnissen und stehen floristisch den Gesellschaften des *Nardion strictae* nahe (vgl. Tab. A, Spalte F1a - F2a - F2b; Tab. B, Spalte C1d - C2a - C3a). Auch das *Luzuletum spadiceae* (Tab. A, Spalte F2b.1c) läßt sich – vorerst nur für die untersuchten Gebiete der Nordalpen gesprochen – nur schwer von dieser Gesellschaftsgruppe trennen.

Breiten Raum nehmen kleinflächige Schneetälchen im Übergang zu alpinen Weiderasen (*Poa supina*- und *Deschampsia cespitosa*-Fluren des „*Poion supinae*“) mit guter Wasserversorgung und erhöhtem Nährstoffangebot ein, die vergleichsweise miterhoben wurden (vgl. Tab. A, Spalte E1a; Tab. B, Spalte C1a - C1c; Tab. C, Spalte A3a - A4b).

### Validierung der Gebietsanalyse

Zur besseren Absicherung der Ergebnisse wurden F- und T-Werte der gefundenen Cluster errechnet, die zur Charakterisierung der Gruppen bzw. der gruppenbestimmenden Arten herangezogen werden können. Sie sind in Tab. A<sub>FT</sub>, Tab. B<sub>FT</sub> und Tab. C<sub>FT</sub> (im Anhang) wiedergegeben. Der F-Wert zeigt die Güte des Clusterergebnisses auf dem betrachteten Clusterniveau (vgl. die Übersicht in Tab. 21) für eine Art an, das zugehörigem Signifikanzniveau („sig.“) errechnet sich aus der theoretischen F-Verteilung. Mit dem *pooled F-Value* („gepoolter F-Wert“; vgl. Tab. 21) wird die Gesamtgüte der Clusterlösung beurteilt. Auffällig dabei ist, daß für Gebiet-1 bei einer relativ geringen Anzahl an Aufnahmen insgesamt und pro Cluster ein hoher F-Wert ergibt, das Clusterergebnis also mit relativ homogenen Gruppen aufwarten kann. Dies drückt sich auch in einer vergleichsweise niedrigen W-Spur aus. Gebiet-2 weist einen niedrigeren F-Wert auf und eine stark erhöhte W-Spur, möglicherweise ein Hinweis dafür, daß die Gesamtvariation der untersuchten Vegetation in diesem Gebiet selbst durch die hohe Anzahl an Vegetationsaufnahmen noch ungenügend erfaßt ist. Möglich ist jedoch auch das Vorliegen von Gradientenstrukturen mit auffallenden Vegetationsübergängen, die sich folgedessen nur schwer als Gruppen wiedergeben lassen. Die Gebiet-3 zeigt bei einer mittleren W-Spur einen geringen F-Wert und weist damit auf eine „durchschnittliche“ Clusterbildung hin. Die Signifikanzwerte der

gepoolten F-Werte zeigen, daß die Ergebnisse statistisch gut abgesichert sind, die Gruppenbildung also nicht zufällig bedingt ist.

Tab. 21: Übersicht der „Tabellenparameter“ und zusammenfassende Prüfstatistik zu den Clusterergebnissen von Gebiet-1, (westliche Nordostalpen; Tab.A), Gebiet-2 (mittlere Nordostalpen; Tab.B) und Gebiet-3 (östliche Nordostalpen; Tab.C).

	Gesamt- artenzahl	Anzahl der Aufn.	Anzahl der Cluster	Ø Aufn.zahl pro Cluster	pooled F-Value	sig.	W-Spur über alle Cluster
Gebiet-1	154	122	28	4,36	10,54	0,000	7900,1
Gebiet-2	284	297	55	5,40	7,81	0,000	25098,5
Gebiet-3	272	195	45	4,33	4,77	0,000	14578,5

Als Beispiel für Arten (nach Gesellschaften gruppiert), die mehrere Cluster positiv charakterisieren, können herangezogen:

**Gebiet-1** (vgl. Tab. A<sub>FT</sub> im Anhang): *Leontodon helveticus-Sibbaldia procumbens-Cardamine alpina-Polytrichum juniperinum-Salix herbacea-Soldanella pusilla-Polytrichum sexangulare, Salix retusa-Bartsia alpina-Selaginella selaginoides-Soldanella alpina, Festuca rupicaprina, Doronicum grandiflorum-Rumex nivalis-Taraxacum panalpinum, Thlaspi rotundifolium subsp. rotundifolium-Leontodon montanus-Linaria alpina-Oxyria digyna-Ranunculus glacialis*;

**Gebiet-2** (vgl. Tab. B<sub>FT</sub> im Anhang): *Ligusticum mutellina-Crepis aurea-Polytrichum juniperinum-Sagina saginoides-Poa supina, Distichum inclinatum var. compactum-Bryum pseudotriquetrum, Achillea atrata-Campanula pulla-Saxifraga androsacea, Salix retusa-Silene acaulis-Homogyne discolor-Selaginella selaginoides-Cratoneuron filicinum-Aster bellidiastrum, Pritzelago alpina subsp. alpina-Papaver alpinum subsp. sendtneri-Valeriana supina-Gentiana orbicularis-Saxifraga aphylla*;

**Gebiet-3** (Tab. C<sub>FT</sub> im Anhang): *Dianthus alpinus-Salix retusa-Selaginella selaginoides-Bartsia alpina-Homogyne discolor-Carex firma-Galium anisophyllum-Lotus alpinus-Helianthemum alpestre-Primula clusiana-Carex atrata, Deschampsia cespitosa-Phleum rhaeticum-Sanionia uncinata-Polytrichum juniperinum, Saxifraga sedoides-Bryum pseudotriquetrum-Tortula norvegica, Achillea clusiana-Campanula pulla-Veronica alpina subsp. pumila, Silene vulgaris subsp. glareosa-Rumex scutatus-Papaver alpinum subsp. alpinum-Juncus monanthos-Moehringia muscosa-Adenostyles glabra*.

Umgekehrt können diese Gruppen von Cluster auch (negativ) charakterisiert werden durch die vergleichsweise niedrige Präsenz von Arten, die negative T-Werte aufweisen und am unteren Ende der Tabelle zu finden sind:

**Gebiet-1:** *Achillea atrata, Campanula scheuchzeri, Leucanthemopsis alpina subsp. alpina, Moehringia ciliata, Persicaria vivipara, Pritzelago alpina subsp. alpina, Ranunculus alpestris, Sagina sagionoides, Salix herbacea oder Veronica alpina subsp. pumila*;

**Gebiet-2:** *Achillea atrata, Arabis bellidifolia, Campanula scheuchzeri, Galium noricum, Moehringia ciliata, Persicaria vivipara, Poa minor, Pritzelago alpina subsp. alpina, Ranunculus alpestris, Saxifraga androsacea, Saxifraga stellaris subsp. robusta, Tortella tortuosa oder Veronica alpina subsp. pumila*;

**Gebiet-3:** *Campanula scheuchzeri, Moehringia ciliata, Persicaria vivipara, Pritzelago alpina subsp. alpina, Saxifraga androsacea, Saxifraga stellaris subsp. robusta, Silene acaulis, Soldanella austriaca, Thlaspi alpestre, Tortella tortuosa oder Veronica alpina subsp. pumila*.

Einzelne Arten zeigen positive T-Werte bezüglich nur eines (oder zweier) Cluster(s), welche damit recht gut identifiziert und vom Rest der Matrix abgesondert werden können, Beispiele sind:

*Carduus defloratus*, *Hedysarum hedysaroides*, *Saxifraga aphylla*, *Valeriana montana* (Gebiet-1); *Cephalozia ambigua*, *Cirriphyllum crassinervium*, *Cystopteris monatana*, *Dryopteris villarii*, *Minuartia sedoides*, *Sesleria ovata* (Gebiet-2); *Achillea atrata*, *Achillea clavenae*, *Crepis terglouensis*, *Galium truniacum*, *Gypsophyla repens*, *Luzula alpina*, *Polytrichum sexangulare*, *Ranunculus hybridus* (Gebiet-3).

Diese Arten-Cluster-Kombinationen decken sich bezüglich ihrer T-Werte (Tab. A<sub>FT</sub>, Tab. B<sub>FT</sub>, Tab. C<sub>FT</sub>) ausgezeichnet mit den Artengruppen, die bei „händischer“ Durchsicht der Vegetationstabellen zur Charakterisierung der Aufnahmegruppen herangezogen wurden (Tab. A, Tab. B, Tab. C). Einzelne Arten treten – wie schon beim Vergleich der Pflanzengesellschaften nach den Vegetationstabellen – wiederum in ähnlicher Kombination mit geringfügigen Verschiebungen quer durch die Nordalpen auf (*Salix retusa-Bartsia alpina-Selaginella selaginoides-Salix retusa-Homogyne discolor*; *Pritzelago alpina subsp. alpina-Thlaspi rotundifolium subsp. rotundifolium*), andere dienen im westlichen Nordostalpengebiet vorwiegend der negativen Charakterisierung, während sie in den östlichen (*Achillea atrata*) oder den mittleren Nordostalpen (*Salix herbacea*) als positive Indikatoren fungieren. Umgekehrt dient *Saxifraga stellaris subsp. robusta* in den mittleren und östlichen Gebieten vorwiegend der negativen Charakterisierung, während sie sich im westlichen Gebiet als positive Indikatorsippe herausstellt.

Andere Arten erfahren bezüglich ihrer T-Werte eine starke Verschiebung in ihrer Art-Cluster-Kombination im Vergleich über die drei Gebiete (z. B. *Arabis caerulea*, *Doronicum grandiflorum*, *Polytrichum juniperinum*). Dies deutet bereits darauf hin, daß diese Arten nicht einheitlich über das gesamte Gebiet als Charakterarten einer einzigen Gesellschaft herangezogen werden können.

Kryptogamen – in den untersuchten Vegetationstypen vorwiegend Laubmoose – sind für Kalkschneeböden in etlichen Fällen nicht nur bestandsdominierend, sondern erweisen sich mit einigen Vertretern auch als konstante Begleiter oder können sogar zur Gesellschaftsdifferenzierung herangezogen werden, was sich aus den aufgezählten Arten bzw. aus den Tab. A<sub>FT</sub>, Tab. B<sub>FT</sub> bzw. Tab. C<sub>FT</sub> ablesen läßt.

### Clusteranalyse der Gesamtdaten

In einem nächsten Schritt der Gesellschaftsklassifikation wurden Aufnahmegruppen aus dem Datenmaterial eliminiert, denen für den Vergleich der alpinen Schuttfuren und Schneebodengesellschaften über Kalksubstraten und basenarmen Gesteinen keinerlei Bedeutung zugeschrieben werden konnte. Dies sind durchwegs Gesellschaften, die dem Petasition paradoxum bzw. dem Cystopteridion anzuschließen sind (Tab. 17, Tab. A: Spalte A1a; Tab. 18, Tab. B: Spalte A2a.1 und A2b.1; Tab. 19, Tab. C: Spalte E1a.1 bis F2a.1) sowie die als aberrant erscheinende Bestände der *Luzula alpinopilosa-Salix retusa*-Ges. (Tab. 17; Tab. A: Spalte F2b.2), der *Salix retusa-Agrostis rupestris*-Ges. (Tab. 18; Tab. B im Anhang: Spalte F2b.1), der *Salix retusa-Veronica alpina*-Ges. und der *Polytrichum juniperinum-Agrostis rupestris*-Ges. (Tab. 19, Tab. C im Anhang: Spalte A4b.1 und A3a.1). Die entsprechenden Namen sind in den Legenden als „Ges.“ in eckigen Klammern eingefügt. Die Analyse der Vegetationsaufnahmen erfolgte erneut mit der Clustermethode des Average Linkage (between groups) unter Verwendung binärer (CI, JI) und (semi)metrischer Proximitätsmaße (SR, SR II, PS). Über große Aufnahmemengen mit einer vergleichsweise

geringen Anzahl an diagnostischen Arten, bei gleichzeitig vielen weiteren, akzessorischen Arten („Gesellschaftsbegleiter“) erscheint das ALb-Clustering mit Wishart's Similarity Ratio geringfügig besser als eine Clusteranalyse basierend auf ALb mit Similarity Ratio II und bei weitem trennschärfer als Clusteranalysen unter Verwendung der Percentage Similarity oder binärer Maße wie Czechanowski- oder Jaccard-Index.

Tab. 22: Vergleich der „lokalen Optima“ im Fusionierungsprozeß der Clusteranalysen (ALb) für Gebiet-1, Gebiet-2 und Gebiet-3, der Gesamtdaten und einer Zufallsauswahl („random sample“) mit absoluten Werten der Wishart's Similarity Ratio am entsprechenden Niveau. **Fett und kursiv gesetzt sind die Clusterniveaus, auf denen „Gesellschaften“ bzw. „Ausbildungen“ unterschieden werden können.**

Gebiet-1		Gebiet-2		Gebiet-3		Gesamt		40%- Zufallsauswahl	
Cluster	abs. SR	Cluster	abs. SR	Cluster	abs. SR	Cluster	abs. SR	Cluster	abs. SR
6	0,152	11	0,133	11	0,161	23	1,151	24	0,156
9	0,184	19	0,172	15	0,181	38	0,192	33	0,176
<b>17</b>	<b>0,255</b>	<b>40</b>	<b>0,246</b>	<b>28</b>	<b>0,240</b>	<b>60</b>	<b>0,238</b>	<b>60</b>	<b>0,240</b>
-	-	47	0,260	47	0,283	90	0,269	85	0,284
<b>28</b>	<b>0,315</b>	<b>65</b>	<b>0,293</b>	<b>51</b>	<b>0,296</b>	<b>121</b>	<b>0,301</b>	<b>97</b>	<b>0,297</b>

Tab. 23: Vergleich der „lokalen Optima“ im Fusionierungsprozeß der Clusteranalysen (ALb) der Gesamtdaten und einer Zufallsauswahl („random sample“) mit absoluten Werten der Similarity Ratio II am entsprechenden Niveau.

Gesamt		40%-Zufallsauswahl	
Cluster	abs. SR II	Cluster	abs. SR II
22	0,311	18	0,300
35	0,396	35	0,383
<b>45</b>	<b>0,420</b>	<b>45</b>	<b>0,425</b>
58	0,457	57	0,461
74	0,494	73	0,513

Die Clusteranalyse mit Average Linkage within groups (auch Weighted Average Linkage), das empfohlen wird, wenn nicht-zufallsentnommene Daten analysiert werden, zeigt sich für die vorliegenden Daten und Teildatensätze ungeeignet, was sich in starken Varianzstreuungen der Cluster (F-Statistik) und einer flachen, kaum gestuften Kurve der Clusterkoeffizienten ausdrückt (vgl. *Abb. 40*). Dies kann möglicherweise als Hinweis darauf verstanden werden, daß die Auswahl der Aufnahmeflächen im Untersuchungsgebiet in annähernd zufallsverteilter Weise stattfand und repräsentative Samples aus dem betrachteten Vegetationsausschnitt entnommen wurden (vgl. die Anmerkungen zu Proximitätsmaßen und Wahl des Clusteralgorithmus in LEGENDRE & LEGENDRE 1983).

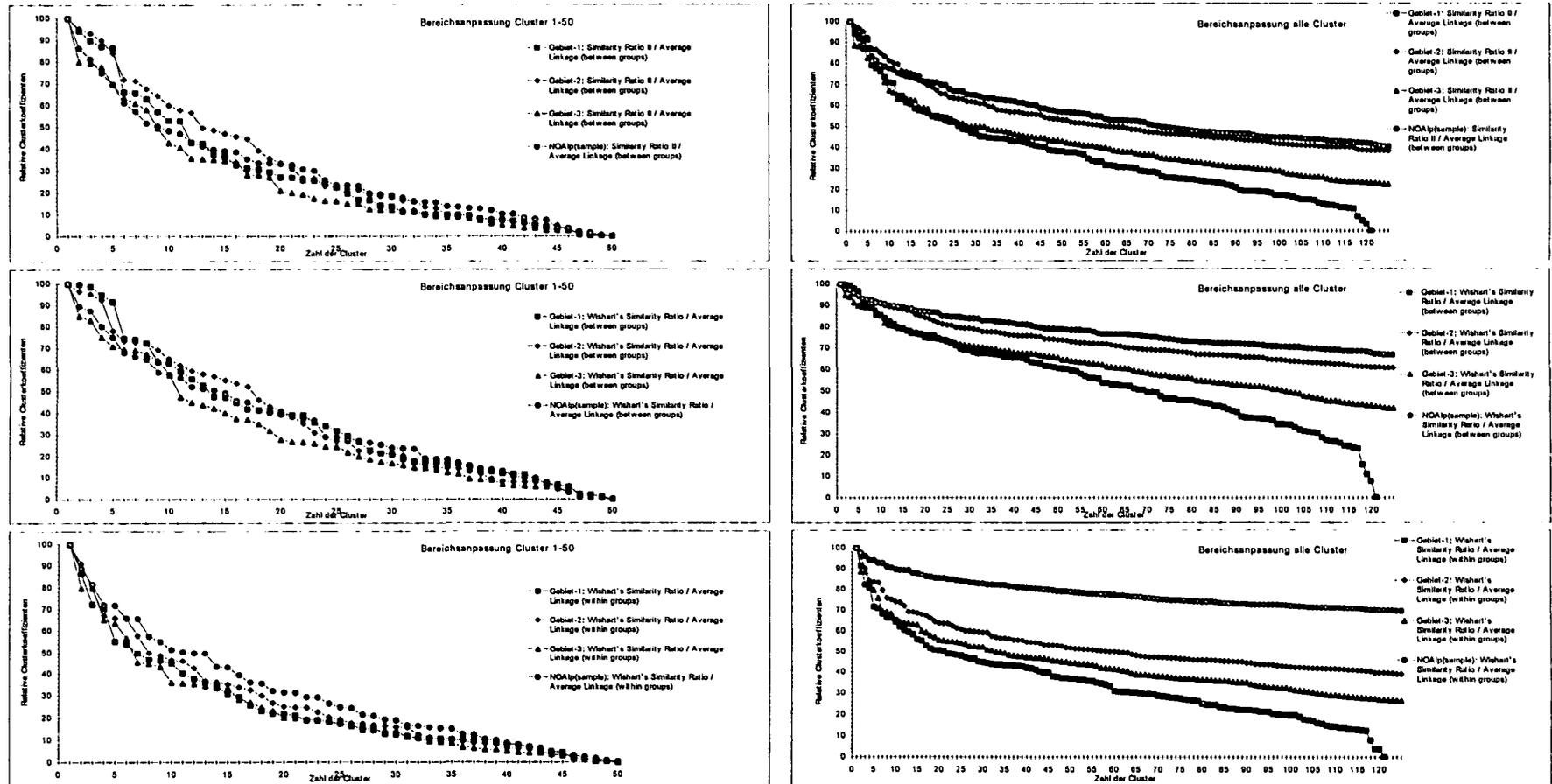


Abb. 40: Koeffizienten der Clusteranalysen mit Similarity Ratio II und AL (between groups) im Vergleich zu Wishart's Similarity Ratio mit AL (between groups) und AL (within groups) für Gebiet-1, Gebiet-2 und Gebiet-3 sowie eine Gesamtklassifizierung. – a: Koeffizienten für Cluster 1-50 bereichsanpaßt. – b: Koeffizienten über alle Cluster bereichsanpaßt.

Bei der Betrachtung des Fusionierungsprozesses der Gesamtdaten im Vergleich von Dendrogramm bzw. Clusterkoeffizienten (vgl. *Abb. 40*) und Ähnlichkeitsniveaus nach Wishart's Similarity Ratio können Clusterniveaus mit einheitlicher Gruppenbildung extrahiert werden, die Übereinstimmung der absoluten Ähnlichkeitswerte (vgl. *Tab. 22*) bei verschiedenen Ausgangsdaten wird hier recht deutlich. (Die Werte für Similarity Ratio II sind als Ergänzung zu den Gebietsanalysen in *Tab. 23* zusammengestellt.) Die gesellschaftsdefinierende Ähnlichkeitsstufe von 0,42 bis 0,45 für die Similarity Ratio II kann auf Ähnlichkeitswerte von 0,23 bis 0,26 für Wishart's Similarity Ratio übertragen werden. Die Eigenschaft von Similarity Ratio II als Artenraum-dilatierendes Verfahren im Gegensatz zur Artenraum-Kontraktion von Wishart's Similarity Ratio wird deutlich. Das nächsthöhere Niveau („größere Ähnlichkeit“) mit deutlicher Gruppenbildung kann bei Werten um 0,3 abgegrenzt werden. Eine Parallelisierung mit einer syntaxonomischen Rangstufe scheint nicht mehr möglich, so daß in Hinkunft neutral von „Ausbildungen“ gesprochen werden soll.

Ein weiterer Durchlauf der Clusteranalyse mit zufällig aus dem Datensatz ausgewählten Vegetationsaufnahmen („*random sample*“), welcher 40% der Objekte analysiert, zeigt – neben übereinstimmenden Ähnlichkeitsniveaus – vor allem, daß dadurch beinahe die gesamte Variabilität an Pflanzengesellschaften und Ausbildungen erfaßt wird. Eine Zufallsauswahl aus entsprechend repräsentativ erhobenen Vegetationsbeständen eines Gebiets kann daher für die Klassifizierung von Gesellschaften herangezogen werden und genauso als Basis für Ordinationsverfahren dienen.

Die Gesamtanalyse bringt die bereits beschriebenen Ähnlichkeiten und Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung und der Verbreitung der Pflanzengesellschaften deutlich zutage. An dieser Stelle zu erwähnen – die einzelnen Assoziationen bzw. „Gesellschaften“ sollen erst im Anschluß an die Literaturanalyse kurz charakterisiert werden – sind jene Vegetationstypen, die aus den Gebiets-Tabellen (*Tab. A-C* im Anhang) noch nicht zu erkennen bzw. in ihrem Umfang und ihrer Variabilität nicht einzuschätzen sind:

Zum einen betrifft dies die *Cerastium latifolium-Saxifraga aphylla*-Ges., die innerhalb der Nordostalpen nur in den Lechtaler Alpen auftritt. Dieser Umstand war zwar durch das Verbreitungsgebiet von *Cerastium latifolium* bereits zu vermuten, dennoch wäre (und ist) eine ähnliche Ausbildung auch weiter östlich denkbar. Ebenso auf die westlichen Gebiete der Nordostalpen beschränkt bleibt das Rumici-Arabidetum caeruleae, seine Bindung läßt sich weniger durch die beteiligten Arten, als durch das Substrat (Rätkalke, Hornstein, z. T. Kreideschiefer) erklären, auf denen diese Gesellschaft zu finden ist.

Artenreiche *Doronicum grandiflorum*-Fluren, sind nur in den westlichen Nordostalpen vertreten, während *Doronicum grandiflorum* in den weiter östlich gelegenen Gebieten in Schuttschneeböden auftritt, die als Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae zu bezeichnen sein werden. Diese Gesellschaft ist bei weiter Verbreitung von vergleichsweise großer floristischer Homogenität und findet sich regelmäßig und häufig auf Kalkschuttschneeböden mit schwacher Schuttbewegung und geringer Feinerde- bzw. Humusansammlung ein. Auffällig ist die schlechte Trennbarkeit von *Arabis caerulea*-Beständen (der Lechtaler Alpen bis zum Dachstein), die man ohne eingehende Analyse ohne weiteres als „Arabidetum caeruleae“ anzusprechen geneigt wäre.

Die *Arabis caerulea-Papaver alpinum subsp. sendtneri*-Ges. dagegen scheint an die feinschutt- und feinerdereichen Gletschervorfelder gebunden zu sein und kann nur aus dem Dachsteingebiet belegt werden. Die besonderen Standortsbedingungen und die vorhandene Flora ergibt Vegetationsbestände, die zwar ökologisch zu fassen sind, die sich aber in verschiedenen Gebieten jeweils unterschiedlich ausbilden.

Ein seltenes und gestreutes Vorkommen zeigt das Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris mit *Pseudoleskeella catenulata* als typischen Begleiter. Sie ist im Tennengebirge, Dachsteingebiet und am Hochschwab auf die jeweils höheren Lagen beschränkt und kann noch dem Arabidion caeruleae zugeordnet werden.

Auf Standorten mit etwas stärkerer Schuttbewegung aber deutlichem Schneebodencharakter zeigt sich mit ähnlicher Verbreitung die *Moehringia ciliata-Campanula pulla*-Ges. in subalpiner Lage in ihrer *Cerastium carinthiacum*-Ausbildung (Gosaukamm-Höllengebirge-Hochschwab), während sie in den höheren Lagen in der *Thlaspi rotundifolium*-Ausbildung auch noch am Schneeberg und in den Lechtaler Alpen zu finden ist.

Die Kalkschneeböden, die von *Salix retusa*-Spalieren dominiert werden, lassen – aus Gründen die bereits angesprochen wurden – recht deutlich eine gebietsweise Differenzierung erkennen. Die Beschreibung von neuen Assoziationen (*Diantho alpinae-Salicetum retusae*, *Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae*) ist die notwendige Folge und ergibt sich bereits allein aus der Kenntnis der Gesellschaften der Nördlichen Kalkalpen.

Schwieriger ist die Lage bei der Vegetation von Schneebodenstandorten über kalkärmeren bis sauren Substraten, die zum Teil unter Weideeinfluß stehen und zusätzliche Nährstoffanreicherung erfahren. Trotz erkennbarer Gruppenbildung kann ohne Vergleich mit entsprechenden Pflanzengesellschaften der Zentral- und Südalpen nicht an eine endgültige Benennung gedacht werden.

### **Literaturvergleich von Schuttfuren und Schneebodengesellschaften**

Die Analyse von 2500 Vegetationsaufnahmen aus verfügbaren Literaturquellen zu Schuttfuren und Schneebodenvegetation sowie floristisch nahestehender, schnee betonter Weiderasen (vgl. Tab. 13, Kap. „Methoden“) mittels Clusteranalysen wurde in mehreren Schritten durchgeführt.

Eine Vorklassifikation der Literaturdaten sollte – getrennt für jede Quelle – sicherstellen, daß auch tatsächlich „geeignete“ Gesellschaftsaufnahmen ausgewählt wurden. Vegetationsaufnahmen, die sich als floristisch entfernt stehend erwiesen, oder Gesellschaften, die nur im Namen nach auf Schneebodengesellschaften hindeuteten, in ihren Inhalten davon jedoch stark abwichen, wurden ausgefiltert.

Nachfolgende Clusteranalysen mit zufallsausgewählten Daten mit und ohne die eigenen Vegetationsaufnahmen sollten die Übertragbarkeit der bisher gewonnenen Ergebnisse überprüfen.

In einem letzten Schritt sollten Clusterverfahren für die gesamten Daten, nach Möglichkeit jedoch bereits getrennt für unterscheidbare Gesellschaftsgruppen, eine detaillierte Analyse ermöglichen.

### **Vorklassifikation der Literaturlaufnahmen**

Für alle ausgewählten Literaturdaten wurde eine doppelte Gesellschaftsklassifizierung durchgeführt, die überprüfen sollte, wieweit die bislang beschriebenen Gesellschaften mit den Ergebnissen einer quantitativen, numerischen Analyse in Übereinstimmung zu bringen sind. Die Daten von knapp 100 Quellen (siehe Tab. 13 in Kap. „Methoden“) wurden zu diesem Zweck mit dem Average Linkage-Clustering (ALb) und den Metriken CI, SR II und SR jeweils getrennt für jeden Autor bearbeitet und eine traditionell-syntaxonomische Tabellengliederung subjektiv nach Braun-Blanquet nachvollzogen.

Auf eine Darstellung sowohl der Dendrogramme als auch der entsprechenden Diagramme der Clusterkoeffizienten muß hier aufgrund der Datenmenge und des Platzes, den diese

beanspruchen würden, verzichtet werden. Sie können auf Anfrage zugänglich gemacht werden.

Tab. 24: Vergleich der Ähnlichkeitsniveaus von Assoziationen und Subassoziationen nach Clusteranalysen mit SR II und Average Linkage (between) mit der jeweiligen „händischen“ Tabellensortierung für die Schutt- und Schneebodengesellschaften verschiedener Autoren. – Erläuterungen: \* ... einheitliche Gesellschaftsniveaus und gute Übereinstimmung von numerischer Klassifikation und „händischer“ Gliederung; (\*) ... mäßig gute Übereinstimmung bei schwachen Inhomogenitäten; + ... Assoziationen und Subassoziationen im Vergleich zur numerischen Klassifikation zu weit gefaßt; - ... Assoziationen und Subassoziationen im Vergleich zur numerischen Klassifikation zu eng gefaßt; @ ... sehr heterogene, nicht nachvollziehbare „händische“ Tabellensortierung und Gliederung.

Autor	Übereinstimmung	SR II für Ass.	SR II für Subass.
Aichinger 1933	*	0,426	0,576
Beguín & Theurillat 1982	+	0,390	0,621
Bolleter 1921	*	0,426	0,615
Braun-Blanquet 1926	*	0,456	0,576
DierBen 1984	-	0,609	
Eggensberger 1994	*	0,459	0,585
Friedel 1938	*	0,456	0,570
Friedel 1956	*	0,441	
Gander 1984	(*)	0,465	0,579
Gerdol & Piccoli 1982	-	0,654	
Grabner 1989	@	0,597	0,747
Greimler 1991	(*)	0,471	
Grims 1982	(*)	0,432	0,585
Gumpelmayer 1967	@	0,441	0,564
Haderlapp 1982	+	0,381	0,504
Hartl 1963	*	0,402	0,546
Haupt 1985	@	0,339	0,522
Hemetsberger 1990	@	0,384	0,519
Herbst 1980	*	0,438	0,621
Herter 1990	*	0,426	0,543
Höpflinger 1957	*	0,429	0,543
Hörandl 1991	(*)	0,408	0,441
Hörandl 1993	(*)	0,402	
Hörandl unveröff.	+	0,381	0,441
Jenny-Lips 1930	(*)	0,405	0,561

Autor	Übereinstimmung	SR II für Ass.	SR II für Subass.
Lippert 1966	*	0,456	0,573
Morton 1947	(*)	0,456	0,573
Morton 1947	(*)	0,417	
Oberdorfer 1959	(*)	0,411	0,636
Oberhammer 1979	(*)	0,414	0,561
Poldini & Martini 1993	*	0,423	0,555
Quantien & Netien 1940	(*)	0,462	
Richard 1976	*	0,435	
Rivas-Martinez 1978	*	0,426	
Rübel 1912	+	0,411	0,585
Ruttner 1994	@	0,441	
Scharfetter 1993	(*)	0,405	0,675
Singer 1988	-	0,624	
Smettan 1981	*	0,447	
Söyrinki 1954	-	0,540	0,684
Thimm 1953	*	0,444	
Tomaselli 1991	-	0,570	
Urban 1991	*	0,444	
Wagner 1944	+	0,393	0,573
Weber 1981	+	0,375	0,468
Weiskirchner 1978	*	0,447	
Wendelberger 1962	+	0,240	0,399
Wendelberger 1971	+	0,312	0,366
Wikus 1960	*	0,426	0,531

Für eine Vielzahl von Literaturbearbeitungen zeigt sich eine gute Vergleichbarkeit von diesen (zumeist händischen) Tabellensortierungen und der hier durchgeführten numerischen Analyse, besonders gute Übereinstimmung läßt sich bei den Darstellungen von AICHINGER (1933), BRAUN-BLANQUET (1926), FRIEDEL (1956), HARTL (1963), HERTER (1990), LIPPERT (1966), SCHARFETTER (1993), THIMM (1953) und URBAN (1991) herstellen, weniger ausgeprägt auch für GREIMLER (1991), JENNY-LIPS (1930), SMETTAN (1981) und WEBER (1981). Bei GRABNER (1989), GUMPELMAYER (1967), HAUPT (1985), HEMETSBERGER (1990) und RUTTNER (1994) zeigt sich eine schlechte Übereinstimmung der Original-Gliederung von Schutt- und Schneeboden-Aufnahmen mit der numerischen Analyse. Deren Gesellschaftsgliederung erweist sich darüberhinaus auch unter dem Gesichtspunkt der Charakterartenlehre von Braun-Blanquet als nur schlecht nachvollziehbar. Die Darstellung der Pflanzengesellschaften des Ammergebirges von EGGENSBERGER (1994) ist über einen Großteil der Daten im Einklang mit den Clusteranalysen, für einige Gesellschaften (v. a. das Androsacetum helveticae oder seine *Moehringia ciliata*-Ges.) sind die Differenzierungen nicht konsequent genug. Ebenso wird bei den bei HÖRANDL (1993) beschriebenen *Saxifraga*

*sedoides* bzw. *S. stellaris* -Bestände eine Neugliederung notwendig (siehe Gesellschaftsbesprechung).

Stellt man die Ähnlichkeitsniveaus der Clusteranalysen (SR II / ALb) zusammen, die in etwa den Assoziationen bzw. Subassoziationen der einzelnen Autoren entsprechen, so ergibt sich ein überraschendes Bild. Der Großteil der Werte stimmt mit der an eigenen Daten gefundenen Ähnlichkeit von 0,42-0,46 für Assoziationen gut überein (vgl. Tab. 24, markiert mit \*).

Einige Autoren trennen ihre Gesellschaften auf Niveau deutlich größer Ähnlichkeit (hohe SR II), so daß hier nahegelegt wird, die entsprechenden Gesellschaften (das „Potentilletum nitidae“ und die *Ranunculus alpestris-Carex sempervirens*-Ges. von GERDOL & PICCOLI 1982; das Polytrichetum sexangularis und Salicetum herbaceae bei DIERBEN 1984, das Polytrichetum sexangularis und die *Ranunculus crenatus*-Ges. in SINGER 1988, sowie manche Gesellschaften bei SÖYRINKI 1954, TOMASELLI 1991) als Ausbildungen jeweils einer Assoziation zu behandeln (vgl. Tab. 24, markiert mit -).

Andererseits zeigt die Gesellschaftsgliederung anderer Autoren (WAGNER 1944, MORTON 1947, WENDELBERGER 1962, 1971, WEBER 1981, BEGUIN & THEURRILAT 1982, HADERLAPP 1982, HAUPT 1985, HEMETSBERGER 1990, HÖRANDL 1991, 1993 und unveröff.) deutlich niedrigere Ähnlichkeitswerte (kleinere SR II) bezüglich ihrer Assoziationsumgrenzungen. Vor allem die Assoziationen bei WENDELBERGER (1962, 1971) sind recht großzügig gefaßt, wie sich bereits aus der veröffentlichten, textlichen Darstellung erahnen läßt. Eine weitere Auftrennung der entsprechenden Assoziationen bzw. Gesellschaften bleibt unausweichlich (vgl. Tab. 24, markiert mit +).

Diese Ergebnisse zeigen, daß von der Verwendung zu Stetigkeitstabellen zusammengeführter Vegetationsaufnahmen, die in der Literatur vermeintlich als eine Gesellschaft betrachtet werden, Abstand genommen werden muß. Eine Analyse der jeweiligen Originaldaten ist unausweichlich.

### **Clusteranalysen mit „random samples“**

Die verwertbaren Daten wurden zusammengefügt und für eine in verantwortbarer Zeit bewerkzustelligen Verarbeitung in „random samples“ aufgeteilt, da sich herausstellte, daß ein Durchlauf mit 1500 Aufnahmen und 800 Arten beim rechenintensiven Ähnlichkeitsmaß Wishart's Similarity Ratio bereits mehr als 30 Minuten in Anspruch nahm und darüberhinaus bereits an die Speichergrenzen der eingesetzten Computer ging. Diese wurden in mehreren Durchläufen mit den bereits beschriebenen Clusterverfahren (SR II-ALb, SR-ALb, SR-ALw, CI-ALb, COR-CL) analysiert.

Aus den Kombinationen der Clusteranalysen von SR bzw. SR II mit ALb und ALw wurden insgesamt 12 Durchläufe mit „random samples“, auf der Basis von ca. 10%, 15% bzw. 20% aller Aufnahmen, durchgeführt. Die Ergebnisse von SR und SR II zeigten bei Anwendung des Average Linkage between-groups durchwegs gute Übereinstimmung, während bei Anwendung des within-group-Verfahrens des Average Linkage die schlechtere Vergleichbarkeit offensichtlich wurde. Die Cluster zeigten eine durchschnittlich höhere Anzahl von Aufnahmen und bei gleichen Ähnlichkeitsniveau auffällige Inhomogenitäten, so daß abschließend nur die Ergebnisse der Clusteranalysen mit between-group-Verfahrens des Average Linkage als maßgeblich für die Gruppierung herangezogen wurden.

Aus diesen Resultaten wurde eine Gliederung deutlich, die es erlaubt, Aufnahmen auf Basis der erhobenen Ähnlichkeitsniveaus (Similarity Ratio II: 0,42-0,46; Wishart's Similarity Ratio: 0,23-0,25) zu Gesellschaften zusammenzustellen, die sich vielfach zwanglos zu größeren Einheiten zusammenfügten, welche sich bei einem Ähnlichkeitsniveau von 0,12-0,15 Wishart's Similarity Ratio finden lassen. Eine Vereinigung der Literaturdaten mit eigenen

Vegetationsaufnahmen und eine neuerliche Analyse mehrerer zufallsausgewählter Teildatensätze führte zu weitgehend übereinstimmenden Resultaten.

### Cluster-„Endanalyse“

Um die Zuordnung der eigenen Daten zu den in der Literatur abgegrenzten Gesellschaften zu finalisieren, wurden die gesamten Daten nach den Ergebnissen der Gebietsanalysen und der Random-Sample-Cluster in iterativer Vorgangsweise zu vier Großgruppen zusammengestellt und einer abschließenden und einheitlichen Clusteranalyse (Average Linkage-between groups / Wishart's Similarity Ratio) unterzogen. Die Großgruppen umfaßten:

Tabelle-„Ac“: Kalkschuttschneeböden, im wesentlichen dem Arabidion caeruleae zuzordnen;

Tabelle-„Sh“: silikatische Schneebodengesellschaften (Salicion herbaceae), inklusive schneebetonter Weiderasen mit *Poa supina* bzw. *Deschampsia cespitosa*;

Tabelle-„Sr“: Kalkschneeböden über stabilen Substraten, vornehmlich von *Salix retusa* und *S. reticulata* dominierte und rasige Bestände;

Tabelle-„Tr“: Kalkschuttfluren des *Thlaspion rotundifolii* oder mit Affinitäten dazu.

Um die Abgrenzbarkeit zu erleichtern und eine Mehrfachanalyse zu simulieren, wurde den Gruppen jeweils etwa ein Drittel der Vegetationsaufnahmen hinzugefügt, die in den Durchläufen mit „random samples“ auf floristische Ähnlichkeiten hingedeutet haben. Die Gruppe „Sh“ wurde z. B. durch Aufnahmen des Arabidion caeruleae ergänzt, zu „Ac“ Schuttfluren des *Thlaspion rotundifolii* bzw. Aufnahmegruppen der Weidenspaliere.

Die übereinstimmenden Cluster von Aufnahmen, die in zwei oder mehreren Tabellengruppen analysiert wurden, zeigen ebenso wie die – hier nicht weiter ausgeführten – Prüfstatistiken (Varianzkriterien) der Gruppenbildung die Güte der Clusterlösungen und die Verwendbarkeit numerischer Analysen für Zwecke der Vegetationsgliederung. Die Ähnlichkeitsniveaus führen zu einer Festigung der Werte (bzw. Wertebereiche), die zur Abgrenzung von Assoziationen (oder allgemein „Gesellschaften“) bzw. von „Ausbildungen“ – unter Beachtung der Diskontinuitäten der Cluster-Koeffizienten im Fusionsverlauf – herangezogen werden können (vgl. Tab. 25). Für Assoziationen gelten unter Verwendung von Wishart's Similarity Ratio mit Average Linkage (between) damit Ähnlichkeitswerte zwischen 0,23 und 0,26; für „Ausbildungen“ Werte zwischen 0,27 und 0,30. Eine Kategorie höheren Niveaus ist nicht exakt definierbar – unterschiedliche Homogenität oder Streuung des Datenmaterials kann sich in mehreren abgesetzten Clustern bemerkbar machen – jedoch lassen sich Cluster auf einem Ähnlichkeitsniveaus von 0,12 bis 0,15 in Gruppen aggregieren, die durch gemeinsame Arten positiv charakterisiert oder durch das Fehlen von Artengruppen ausgezeichnet sind und sich mit der syntaxonomischen Rangstufe des Verbandes parallelisieren lassen.

Tab. 25: Ähnlichkeitsniveaus („SR-Koeff.“) der Gruppenbildung nach Clusteranalysen mit Average Linkage (between groups) und Wishart's Similarity Ratio mit der zugehörigen Anzahl der fusionierten Gruppen („Cluster“).

Niveau	Tabelle-„Ac“		Tabelle-„Sh“		Tabelle-„Sr“		Tabelle-„Tr“		syntax. Rangstufe
	Cluster	SR-Koeff.	Cluster	SR-Koeff.	Cluster	SR-Koeff.	Cluster	SR-Koeff.	
A	17	0,137	22	0,149	10	0,139	19	0,146	Verband ?
A1	30	0,179	27	0,170	22	0,178	29	0,168	
A01.1	42	0,199	53	0,225	32	0,209	48	0,202	
A01.1a	59	0,238	77	0,259	55	0,245	80	0,252	Ass.
A01.1a(l)	89	0,270	114	0,299	82	0,282	114	0,284	„Ausbildung“

Werden Cluster mit einer geringen Anzahl (kleiner 10) von Aufnahmen und gleichzeitig starker Zersplitterung – d. h. unzureichend belegte Cluster bzw. Gesellschaften – von solchen Überlegungen ausgenommen, wird durch die numerische Analyse eine objektivierte Gliederung von Vegetationseinheiten möglich, die auch eine Vergleichbarkeit „traditionell“ gewonnenen Assoziationen nach „händischer“ Tabellensortierung erlaubt. (vgl. die abschließende Übersicht im Kap. „Diskussion“). Damit kann auch die numerische Syntaxonomie auf eine solide und vergleichbare Basis gestellt werden.

Die Ergebnisse bestätigen zum einen mehr oder weniger gut bekannte Assoziationen (Bsp.: Homogyno-Salicetum retusae Aich. 1933, Salicetum retuso-reticulatae Br.-Bl. 1926, Rumici-Arabitetum caeruleae (Jenny-Lips 1930) Oberd. 1957). Zum anderen müssen manche Gesellschaften in ihrem Umfang deutlich eingeschränkt werden, um eine homogene und floristisch definierbare Gliederung aufrechtzuerhalten.

Weiters machen die Nomenklaturregeln (BARKMAN & AL. 1986) es notwendig, daß Gesellschaften, wie etwa das Thlaspietum rotundifolii oder das Arabidetum caeruleae, auf ihre ursprüngliche Bedeutung hin konkretisiert werden, nachdem sie über die Jahrzehnte eine nicht unbeträchtliche Verschiebung ihrer Inhalte erfahren haben.

Das Thlaspietum rotundifolii kann mit seinen Assoziationen seinen Umfang im wesentlichen beibehalten, wengleich die *Doronicum grandiflorum*-Fluren in ihrer artenreicheren, westlichen Ausprägung als Thlaspietum rotundifolii Jenny-Lips 1930 zu benennen sind, und andererseits mit dem Doronicetum grandiflori einen Inhalt besitzen, der sich mit den entsprechenden Gesellschaften von THIMM (1953) und EGGENSBERGER (1994) deckt. Die Schuttfluren mit *Thlaspi rotundifolium* auf stark bewegten Kalkschutthalden – in den Nordalpen zumeist als „Thlaspietum rotundifolii“ in „typischer subass.“ und einer „subass. rumicetosum scutati“ beschrieben – werden in zwei neuen Assoziationen gefaßt, dem Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii und dem Thlaspio-Rumicetum scutati.

Die namentlich bereits über dreißig Jahre genannten Gesellschaften des „Campanulo pullae-Achilleetum atratae“ und des „Campanulo pullae-Achilleetum clusianae“ können auf der Basis der vorhandenen Daten aus eigenen Erhebungen und den Beschreibungen von GREIMLER (1991) und HÖRANDL (unveröff.), vor allem aber aufgrund der dankenswerterweise von Prof. Wendelberger zugänglich gemachten Vegetationsaufnahmen von Dachstein und Rax nun eine sichere Abgrenzung erfahren. Der Name „Campanulo pullae-Achilleetum atratae“ ist jedoch durch eine unglückliche und unbeabsichtigte Typisierung durch GREIMLER & DIRNBÖCK (1996) nicht mehr verfügbar, für die Assoziation wird Campanulo pullae-Arabitetum caeruleae als neuer Name eingesetzt.

Schneebodengesellschaften über humosen bis sauren Substraten in Kalkgebieten können nach den vorliegenden Ergebnissen weder dem weiterhin abgrenzbaren Verband Arabidion caeruleae zugeordnet noch an das Salicion herbaceae angeschlossen werden. Der Umfang der verfügbaren Daten rechtfertigt eine Abgrenzung des Salici herbaceae-Arabitetum caeruleae als eigenen Verband.

Die Gruppe der durch Weidenspaliere geprägten Kalkschneeböden wird in vier (in ihren Kernbereichen deutlich abgrenzbare) Assoziationen gegliedert, die zusammen mit dem Potentillo-Homogynetum discoloris in der ökologischen Position zwischen Arabidion caeruleae, Salici-Arabitetum caeruleae, Alchemillo-Poion supinae und den Rasengesellschaften des Seslerion caeruleae stehen und mit eigenen Kennarten versehen einen weiteren für die Alpen neuen Verband bilden. Die Abgrenzung gegen entsprechende Gesellschaften der Karpaten bzw. dinarischen Gebirge durch alpine bzw. karpatische und südosteuropäische Elemente ist so deutlich, daß selbst eine Einordnung in das Salicion retusae (vgl. ENGLISCH &

AL. 1993) nicht möglich ist. Der Verband wird daher als Soldanello alpinae-Salicion retusae neu beschrieben.

Die Gesellschaften der „Schneetälchen“ bleiben in den Grundinhalten weitgehend bestehen, die Abtrennung des Salici herbaceae-Caricion lachenalii durch BEGUIN & THEURILLAT (1982) vom Salicion herbaceae kann unter Zuordnung des Cardamino-Anthelietum juratzkanae Englisch 1993 gefestigt werden.

Die Gruppe der subalpinen und z. T. weidebeeinflussten Silikatschneeböden im Kontakt zu Nardion strictae-Gesellschaften zeigt in sich so deutliche Zusammenhänge und gegenüber den Salicion herbaceae-Gesellschaften geeignete Arten zur Abgrenzung, so daß sie (wie schon für die „Pflanzengesellschaften Österreichs“ zumindest auf Unterverbandsrang erwogen) zusammen mit den durch Rasenelementen charakterisierten Ausbildungen des Luzuletum spadiceae und dem Caricetum foetidae Frey 1922 als Nardo-Salicion herbaceae all. nov. abgetrennt werden.

Eine Gliederung der Gesellschaften, die unter nährstoffreichen „Läger“-Bedingungen die floristischen Beziehungen zum Alchemillo-Poion supinae anzeigen, kann zumindest in den Grundzügen klargestellt werden, eine Gliederung auf Verbandsebene wird jedoch mit ELLMAUER (1994) nur als provisorisch betrachtet. Da diese Vegetationseinheiten jedoch auch nicht unmittelbarer Inhalt der vorliegenden Arbeit waren und die Kenntnis der Wiesengesellschaften zur Abklärung der nomenklatorischen Ungereimtheiten zu gering ist, wird in der Folge von einem „Poion supinae“ gesprochen, das inhaltlich das Poo-Cerastietum cerastoidis neben das Alchemillo-Poetum supinae stellt, und zugleich das Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae und das Poetum alpino-supinae umfaßt.

Die Gesellschaften des Petasition paradoxo werden, da mit den zu betrachtenden Vegetationseinheiten nicht näher in Beziehung stehend, nicht weiter beachtet. Felsfluren des Cystopteridion konnten in den vorliegenden Fällen zumeist recht einfach abgetrennt werden, so daß auch hier auf die weitere Darstellung verzichtet werden kann. Das Aufspüren und Aufzeigen floristischer und standörtlicher Beziehungen vor allem der Ausbildungen des Heliospermo-Cystopteridetum zu artenarmen *Saxifraga stellaris*-Gesellschaften innerhalb des Arabidion caeruleae bleibt jedoch für zukünftige Arbeiten von Interesse.

Diese Gliederung und die im Detail noch charakterisierten Verbände und Gesellschaften gehen in der Folge in die Ordinationsverfahren ein und sind Basis der weiterführenden Interpretation.

### **Ordinationsverfahren**

Die durch die Klassifikation abgegrenzten Gesellschaften (Assoziationen und Ausbildungen) sind nur durch floristischen Vergleich und aus dem Kriterium abgestufter Ähnlichkeit gewonnen. Durch die Kenntnis der Standortsansprüche der jeweiligen Arten, die (über die entsprechenden T-Werte bzw. über die Durchsicht von Vegetationstabellen) zur Charakterisierung der Gesellschaften herangezogen werden, können Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen mit ökologischen Inhalten „gefüllt“ werden. Dieses Vorgehen kann insbesondere bei multifaktoriellen Beziehungsgefügen kompliziert und zeitraubend werden, darüberhinaus besteht die Gefahr, daß wesentliche der bestimmenden Faktoren übersehen oder zu wenig beachtet werden.

Als numerische Methoden können Verfahren eingesetzt werden, die diese Beziehungsgefüge aufgrund der floristischen Struktur oder erhobener abiotischer und zusätzlicher biotischer Parameter analysieren und die Dimensionalität des Faktorengefüges zu verringern versuchen. Diese Ordinationsverfahren können für sich eingesetzt und unabhängig einer Analyse

zugeführt werden, aber auch eine Verknüpfung zu den Ergebnissen der Clusteranalysen herstellen und so weiterreichende Interpretationen ermöglichen.

Tab. 26: Eigenwerte mit Erklärungsanteil (Pct of Var) und kumulierten Erklärungsanteilen (Cum Pct of Var) der PCA mit gruppierten Daten für Gebiet-1 (westliche Nordostalpen).

Gruppierte Daten von Gebiet-1 (28 Objekte)			
Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct of Var
1	20,34724	13,2	13,2
2	16,90749	11,0	24,2
3	14,69061	9,5	33,7
4	12,63926	8,2	41,9
5	9,61441	6,2	48,2
6	8,10951	5,3	53,4
7	7,63101	5,0	58,4
8	7,19195	4,7	63,1
9	5,94594	3,9	66,9

Tab. 26.2: Eigenwerte mit Erklärungsanteil (Pct of Var) und kumulierten Erklärungsanteilen (Cum Pct of Var) der PCA mit gruppierten Daten für Gebiet-2 (mittlere Nordostalpen).

Gruppierte Daten von Gebiet-2 (55 Objekte)			
Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct of Var
1	19,42207	6,8	6,8
2	15,06240	5,3	12,1
3	13,47947	4,7	16,9
4	12,14234	4,3	21,2
5	11,17247	3,9	25,1
6	10,91856	3,8	28,9
7	10,14762	3,6	32,5
8	9,66725	3,4	35,9
9	9,13295	3,2	39,1
10	8,39165	3,0	42,1

Tab. 26.3: Eigenwerte mit Erklärungsanteil (Pct of Var) und kumulierten Erklärungsanteilen (Cum Pct of Var) der PCA mit gruppierten Daten für Gebiet-3 (östliche Nordostalpen).

Gruppierte Daten von Gebiet-3 (45 Objekte)			
Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct of Var
1	26,95104	9,9	9,9
2	21,92213	8,1	18,0
3	16,69790	6,1	24,1
4	14,11657	5,2	29,3
5	12,33487	4,5	33,8
6	10,61527	3,9	37,7
7	10,27714	3,8	41,5
8	9,97240	3,7	45,2
9	8,73349	3,2	48,4

PCA mit gruppierten Daten: Gebiet-1 (westliche Nordostalpen)

Abb.(A)

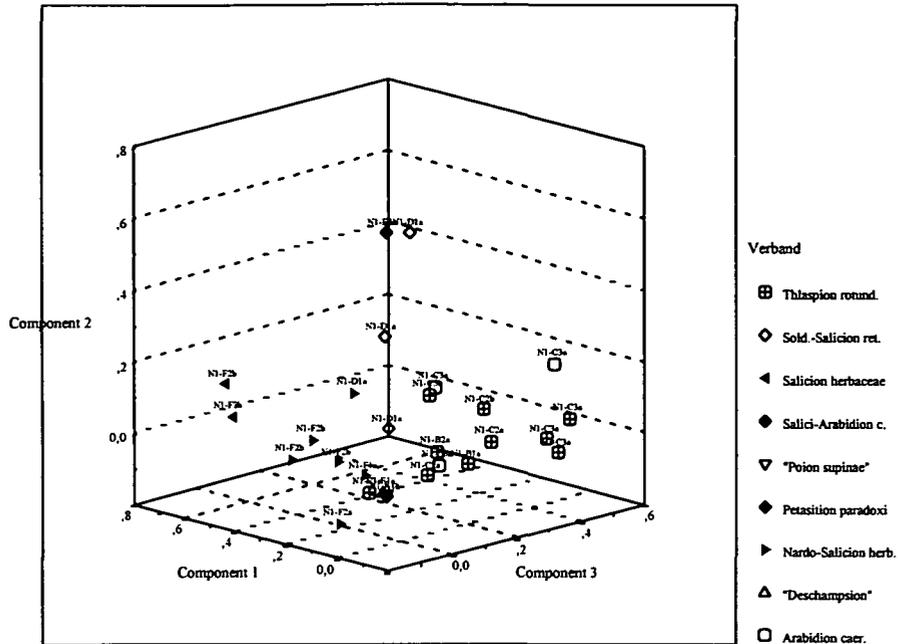


Abb. 41.a: Ordination der Objekte auf den ersten drei Hauptkomponenten nach einer PCA mit Stetigkeitsaufnahmen – gruppierte Daten nach den Gruppen von Gebiet-1.

PCA mit gruppierten Daten: Gebiet-2 (mittlere Nordostalpen)

Abb.(B)

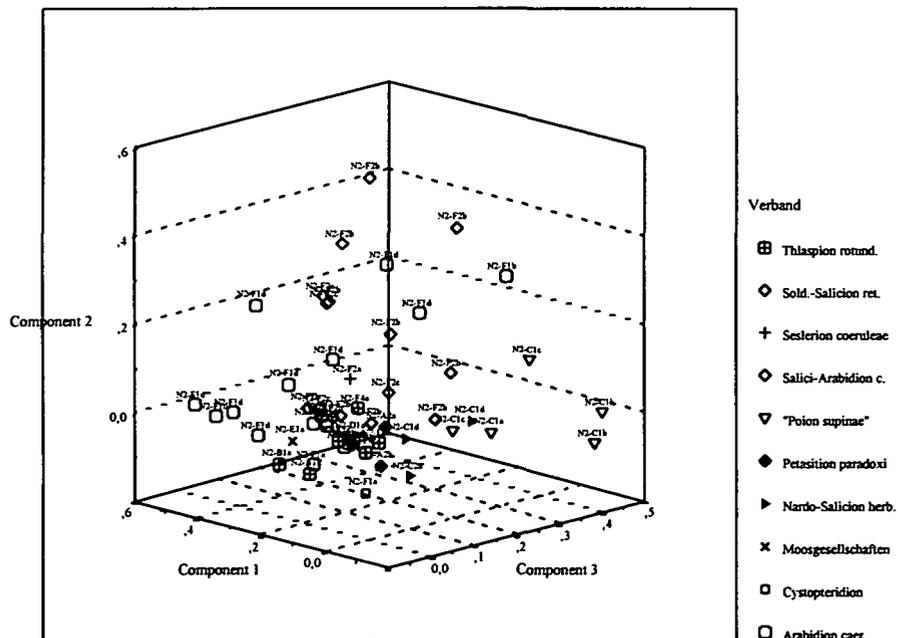


Abb. 41.b: Ordination der Objekte auf den ersten drei Hauptkomponenten nach einer PCA mit Stetigkeitsaufnahmen – gruppierte Daten nach den Gruppen von Gebiet-2.

PCA mit gruppierten Daten: Gebiet-3 (östliche Nordostalpen)

Abb.(C)

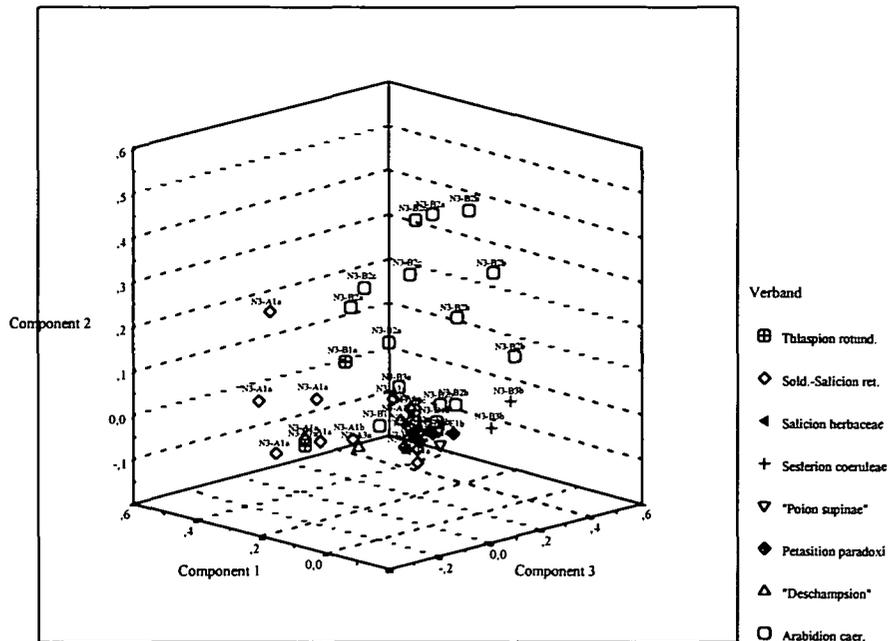


Abb. 41.c: Ordination der Objekte auf den ersten drei Hauptkomponenten nach einer PCA mit Stetigkeitsaufnahmen – gruppierte Daten nach den Gruppen von Gebiet-3.

Die Analyse der floristischen Daten beschränkt sich im folgenden auf indirekte Gradientenanalyse mit den Methoden der PCA (Hauptkomponentenanalyse) und der NMDS (nichtmetrische multidimensionale Skalierung) und die Darstellung der Zusammenhänge mit einfachen Geoparametern (Seehöhe, Inklination), und den als integrierend erkannten Zeigerwerten nach ELLENBERG (1991) mit den Mitteln der kanonischen Korrelation. Eine detaillierte Analyse weiterer, bereits erhobener Parameter der Standortscharakterisierung kann nicht im gleichen Umfang beschrieben werden und soll daher in weiteren Arbeiten zugänglich gemacht werden.

Die Verfahren der direkten und indirekten Gradientenanalyse werden hier vor allem eingesetzt, um die Gliederung von Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen zu Verbänden zu untermauern.

### Hauptkomponentenanalyse der ,gruppierten Daten‘

Als Datenbasis wurden in einem ersten Ansatz die zu Stetigkeitsaufnahmen aggregierten Gruppen der gebietsweise durchgeführten Klassifikationen verwendet sowie die durch *random sampling* (vgl. Kap. „Clusteranalyse der Gesamtdaten“, p. 112) ausgewählten Vegetationsaufnahmen einer Hauptkomponentenanalysen unterzogen.

Die nach dem Scree-Kriterium extrahierten Achsen einer PCA gruppierten Daten weisen jeweils deutlich höhere Erklärungsanteile auf als jene der ungruppierten Daten eines „random sample“ (vgl. Tab. 26). Dennoch muß deren Analyse abgebrochen werden, da sich keinerlei Anhaltspunkte für eine floristisch-ökologische Interpretation bieten. Auffällig ist lediglich die randliche Stellung der kryptogamen-dominierten Gesellschaften. Stetigkeitsaufnahmen der

untersuchten Vegetationstypen scheinen daher für (indirekte und auch direkte) Gradientenanalysen nicht zweckmäßig (die entsprechenden Diagramme sind *Abb. 41* dargestellt).

### **Hauptkomponentenanalyse der Zufallsauswahl („40%-random sample“)**

Eine PCA einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen (aus den eigenen Vegetationsaufnahmen der Schneebodengesellschaften und Schuttfluren der Nördlichen Kalkalpen) an Stelle von Stetigkeitsaufnahmen bringt dagegen recht „gute“, d. h. interpretierbare Ergebnisse. Zu beachten ist jedoch der geringe Erklärungsanteil, der selbst bei 14 extrahierten Achsen erst bei 26,8% liegt.

Die Ordination der Arten (vgl. *Abb. 42*, *Abb. 43*) verdeutlicht die floristischen Beziehungen und Gesellschaftsstrukturen. Bereits entlang der ersten Hauptkomponente trennen sich die Arten der Silikatschneeböden des *Salicion herbaceae* und der Weiderasen des „*Poion supinae*“ (mit Werten  $>1$  und abgegrenzt durch die Linie *Polytrichum alpinum* – *Plantago alpina* – *Cirsium spinosissimum*) von den Kalkschneeböden (im Bereich von  $-1$  bis  $+1$ ) und der Kalkschuttfluren (kleiner  $-0,5$ ; mit *Moehringia ciliata* und *Pritzelago alpina subsp. alpina* am negativen Ende der Achse). Die Durchdringung der Arten des *Thlaspion rotundifolii* und des *Arabidion caeruleae* ist stärker als die von Arten des *Salicion herbaceae*, *Arabidion caeruleae* und *Soldanello-Salicion retusae* und kann auch entlang der zweiten Hauptkomponente nicht völlig aufgelöst werden. Deutlich wird jedoch die Konzentration der *Arabidion caeruleae*-Arten im 0-Punkt von erster und zweiter Hauptkomponente (innerhalb einer Gruppe umgrenzt von *Ctenidium molluscum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Festuca nitida*, *Pseudoleskeella catenulata*, *Trichostomum brachydontium* und *Viola biflora*), und die Streuung der Arten des *Soldanello alpinae-Salicion retusae* ab der Linie *Festuca pumila* – *Armeria alpina* über  $1,0$  in die positiven Abschnitte der zweiten Achse. Die Artengruppe von *Potentilla brauneana*, *Luzula glabrata*, *Carex atrata* und *Campanula alpina* kann zur Charakterisierung humoser, schwach versauernder Standorte des *Soldanello-Salicion retusae* herangezogen werden und stellt mit *Sanionia uncinata* einen schwachen Kontakt zu *Nardo-Salicion herbaceae*- bzw. *Salicion herbaceae*-Arten her.

Diese Effekte zeigen sich auch bei Betrachtung der Ordinationsdiagramme der Aufnahmen (*Abb. 44* und *Abb. 45*; die Abkürzungen beziehen sich auf kennzeichnende bzw. prägende Arten der jeweiligen Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen.). Eine Trennung von *Nardo-Salicion herbaceae* und *Salicion herbaceae*-Beständen wird bereits offensichtlich, kann aber nur mit Material aus den Nördlichen Kalkalpen nicht deutlicher dargestellt werden. Der Flügel mit Aufnahmen, die dem *Salicion herbaceae*, *Nardo-Salicion herbaceae* bzw. „*Poion supinae*“ zuzuordnen sind, liegt gut getrennt von den übrigen Gesellschaften der Kalkschneeböden und -schuttfluren.

Die Trennung der Aufnahmen des *Thlaspion rotundifolii*, des *Arabidion caeruleae* und des *Soldanello-Salicion retusae* zeigt sich stärker als bei den diese Verbände charakterisierenden Arten. Die Differenzierung von *Soldanello-Salicion retusae* und *Arabidion caeruleae*-Beständen ist bereits im Diagramm der ersten und zweiten Hauptkomponente sichtbar, ebenso die Eigenständigkeit der Bestände mit *Dianthus alpinus* (*Diantho-Salicetum retusae*) bzw. mit *Salix reticulata* (*Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae*) gegenüber Beständen des *Homogyno-Salicetum retusae*.

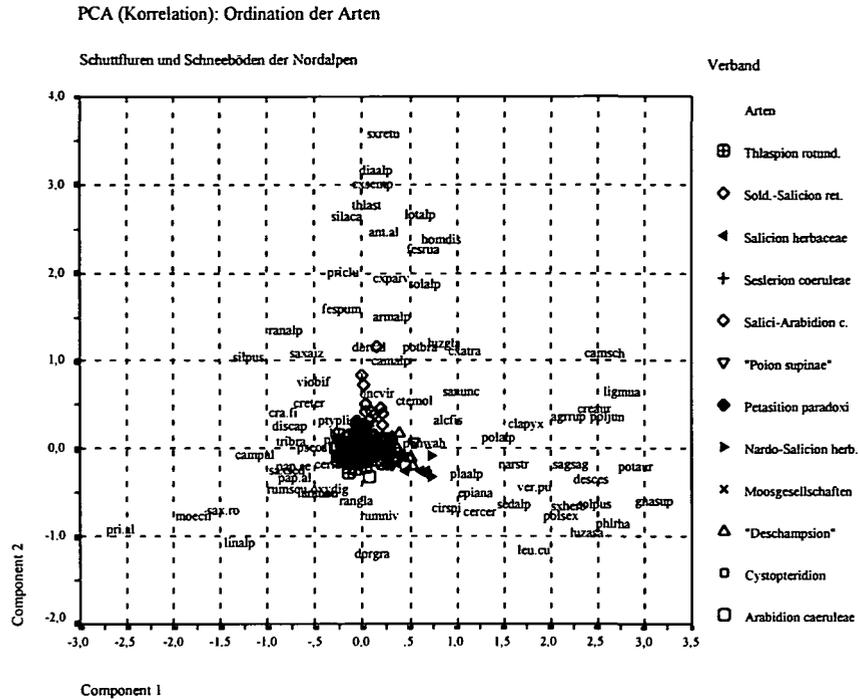


Abb. 42: Ordination der Arten einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfluren der Nördlichen Kalkalpen entlang der ersten und zweiten Hauptkomponente mit überlagerten Vegetationsaufnahmen nach einer PCA mit Korrelationsmatrix.

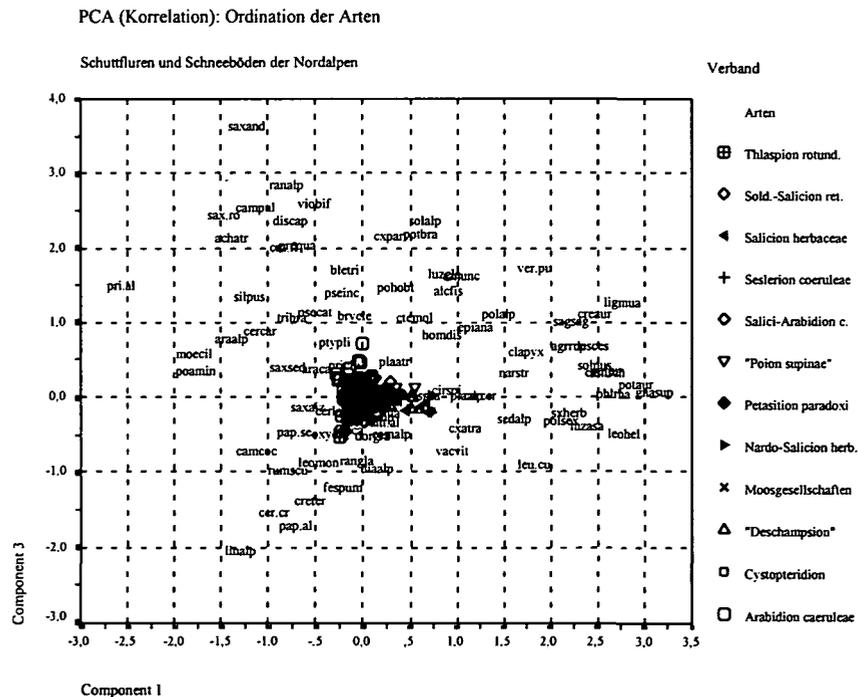


Abb. 43: Ordination der Arten einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfluren der Nördlichen Kalkalpen entlang der ersten und dritten Hauptkomponente mit überlagerten Vegetationsaufnahmen nach einer PCA mit Korrelationsmatrix.

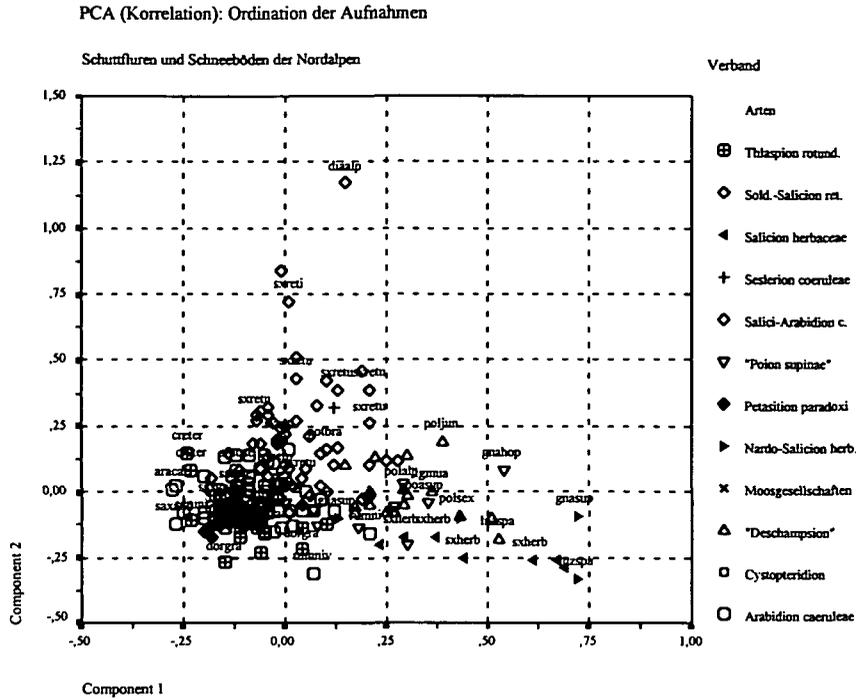


Abb. 44: Ordination einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfluren der Nördlichen Kalkalpen entlang der ersten und zweiten Hauptkomponente nach einer PCA mit Korrelationsmatrix.

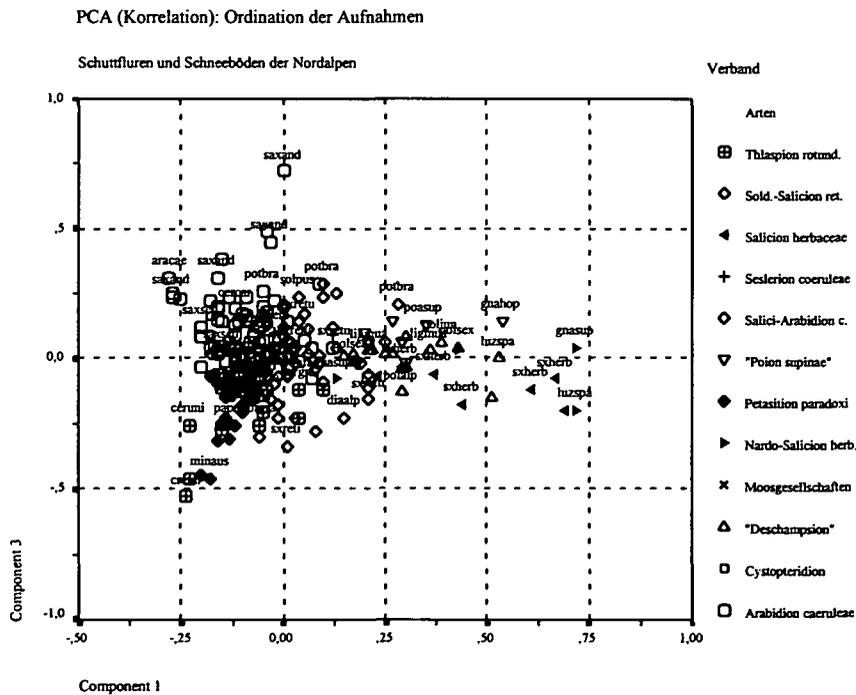


Abb. 45: Ordination einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfluren der Nördlichen Kalkalpen entlang der ersten und dritten Hauptkomponente nach einer PCA mit Korrelationsmatrix.

Dagegen wird die Abtrennung der Kalkschuttfuren (*Thlaspion rotundifolii*) von den Kalkschuttschneeböden (*Arabidion caeruleae*) erst entlang der dritten Hauptkomponente sichtbar, was auf die stärkeren floristischen Beziehungen von *Arabidion caeruleae*- zu *Thlaspion rotundifolii*-Beständen als zu solchen des Soldanello-Salicion *retusae* hindeutet. Dies kann als Ausdruck der günstigeren Bodenbildung und Wärmeverhältnisse bzw. der Dauer der Vegetationsperiode verstanden werden und rechtfertigt die Abtrennung dieser Gesellschaften als eigenen Verband.

Die Sonderstellung der Salici herbaceae-Arabidion caeruleae-Gesellschaften zeigt sich durch ihre Anordnung in einer schmalen Ellipse zwischen *Arabidion caeruleae* und Soldanello-Salicion *retusae* einerseits sowie Salicion herbaceae, Nardo-Salicion und „Poion supinae“ andererseits. Eine bessere Differenzierung wäre zu erwarten, wenn auch die entsprechenden Vegetationsaufnahmen aus der Literatur in eine PCA Eingang fänden, doch wurde aufgrund der wenig einheitlichen Darstellung der auch für die Kalkschneeböden als wichtig erkannten Kryptogamen davon Abstand genommen.

Da die PCA, ebenso wie viele andere Ordinationsverfahren aufgrund der ihr zugrundeliegenden Algorithmen, statistische Voraussetzungen an die Datenstruktur setzt, die durch Vegetationsdaten häufig nicht erfüllt sind sowie auch die wesentlichen Faktoren (Standortskomponenten bzw. Gradienten) nicht verzerrungsfrei dargestellt werden (vgl. MINCHIN 1983, OKSANEN 1983), wurde zum Vergleich auf ein nicht-parametrisches Verfahren zurückgegriffen.

#### Analyse einer Zufallsauswahl („15%-random sample“) mit multidimensionaler Skalierung

Hat die PCA den Nachteil der Abhängigkeit von statistischen Voraussetzungen, so zeigt die multidimensionale Skalierung in ihrer nicht-parametrischen Form (NMDS) den Nachteil, daß sie in den verfügbaren Statistikprogrammen maximal 100 Objekte oder 100 Variablen verarbeiten kann.

Aus den eigenen Vegetationsdaten der Nordalpen wurde daher eine prozentuelle Zufallsauswahl („random sample“) gezogen, wobei sichergestellt wurde, daß alle Gruppen (als Ergebnis der Clusteranalyse) mit mehr als zwei Aufnahmen zumindest mit einer Aufnahme vertreten sind. Mit einem „random sample“, das 15% der Aufnahmen (98 von ca. 650) bzw. 40% der Arten (100) auswählte, konnte die Analyse gestartet werden. Als Metrik zur Ordination der Aufnahmen fand die Similarity Ratio und der Bray- & Curtis-Index Verwendung, wobei letzterer schon bei MINCHIN (1987) positive Resultate gezeigt hat. Für die Arten-Ordination kam der Spearman Korrelationskoeffizient bzw. die Similarity Ratio zum Einsatz. Das Konvergenz-Kriterium wurde auf den Wert 0,0001 gesetzt, die Iterationen wurden spätestens gestoppt, wenn der S-Streß den Wert 0,001 unterschritt.

Tab. 27: Statistiken zur multidimensionalen Skalierung von 100 Arten (40% random sample) nach einer Matrix der Spearman Korrelation bzw. der Similarity Ratio. Kruskal's Streß ist ein Maß für die Güte der Anpassung, der RSQ-Wert gibt den Varianzanteil wider, den die korrespondierenden Distanzen der Arten an der Skalierung der Gesamtmatrix beitragen.

Spearman Korrelationskoeffizient				Similarity Ratio			
4-dim		3-dim		4-dim		3-dim	
Kruskal's Streß	RSQ-Wert	Kruskal's Streß	RSQ-Wert	Kruskal's Streß	RSQ-Wert	Kruskal's Streß	RSQ-Wert
0,17572	0,64526	0,23231	0,55511	0,18116	0,67958	0,23561	0,58580

Aus Tab. 27 sind die wesentlichen Statistiken zur Ordination der Arten ersichtlich. Die 3-dimensionale Lösung sowohl der nichtmetrischen multidimensionalen Skalierung mit Spearman Korrelationsmatrix als auch der semimetrischen multidimensionalen Skalierung mit Similarity Ratio zeigen lediglich mäßig gute Resultate, während die 4-dimensionale Skalierung mehr als ausreichende Ergebnisse aufweist. Die NMDS mit Spearman's-Matrix zeigt geringfügig bessere Güte der Ordination, so daß diese abgebildet werden. Die Trennung der Artengruppen nach ihren Standortspräferenzen kommt bei den 2-dimensionalen Darstellungen (Abb. 46 und Abb. 47) der 4-dimensionalen Lösung jeweils deutlich zum Ausdruck. Die Gruppe der Schuttarten mit *Cerastium uniflorum*, *Leontodon montanus*, *Linaria alpina*, *Papaver alpinum subsp. sendtneri* und *Thlaspi rotundifolium* ist deutlich am oberen „Ende“ des Ordinationsraumes abgesetzt, ebenso wie die Gruppe der Arten aus den bodensauren Schneeböden (*Cerastium cerastoides*, *Gnaphalium supinum*, *Polytrichum sexangulare*, *Polytrichum juniperinum*, *Poa supina*, *Salix herbacea* oder *Soldanella pusilla*) am anderen „Ende“ (vgl. Abb. 46). Mit *Arabis caerulea*, *Campanula pulla*, *Gnaphalium hoppeanum*, *Ranunculus alpestris*, *Saxifraga androsacea*, *Saxifraga stellaris subsp. robusta*, etc. finden sich auch die Arten von schuttdominierten Kalkschneeböden sich gut gruppiert, und zeigen eine deutliche Nähe zu den entsprechenden Kryptogamen *Bryum pseudotriquetrum*, *Distichum capillaceum*, *Pseudoleskea incurvata* und *Pseudoleskeella catenulata*. Im „Mittelfeld“ finden sich mit *Bartsia alpina*, *Carex sempervirens*, *Dryas octopetala*, *Homogyne discolor*, *Salix retusa*, *Salix reticulata*, die Arten der Weidenspaliere und rasigen Schneeböden (vgl. Abb. 47). Eine eigene Gruppe bilden die Arten *Arabis alpina*, *Arabis bellidifolia*, *Cystopteris alpina*, *Poa minor*, *Pritzelago alpina subsp. alpina* oder *Silene pusilla*, die sowohl für Kalkschuttfluren als auch Kalkschneeböden kennzeichnend sind.

Betrachtet man die multidimensionale Skalierung der Aufnahmen, so zeigt sich eine ausreichende Näherung schon bei 3-dimensionaler Lösung, die durch 4 Dimensionen vor allem unter Verwendung des Bray & Curtis-Koeffizienten nochmals deutlich gesteigert wird. Der Varianzerklärungsanteil steigt auf über 75%, was mehr als zufriedenstellend ist, und die Ergebnisse der PCA deutlich übertrifft (vgl. Tab. 28).

Die Trennung der Gesellschaftsgruppen erfolgt bereits entlang der ersten beiden Achsen (vgl. Abb. 48; die Abkürzungen beziehen sich auf kennzeichnende bzw. prägende Arten der jeweiligen Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen), wobei die erste Achse vor allem die Variabilität der Arabidion caeruleae-Gesellschaften im West-Ost-Verlauf der Nördlichen Kalkalpen (mit den durch *Arabis caeruleae*, *Saxifraga sedoides*, *Campanula pulla* und *Tortula norvegica* geprägten Gesellschaften) darstellt. Die Bestände des Salici-Arabidion caeruleae sind in den eigenen Daten zu gering vertreten, um aussagekräftige Interpretationen zu ermöglichen, ihre Zwischenstellung zwischen Arabidion caeruleae und Salicion herbaceae wird auch hier wieder deutlich.

Während die Kalkschneeböden von Gesellschaften des *Thlaspi rotundifolii* sowie von Salicion herbaceae und „Poion supinae“-Beständen recht deutlich separiert sind, zeigt sich – neben „Überlappungen“ von Arabidion caeruleae und Soldanello alpinae-Salicion retusae – die floristische Nähe des Potentillo-Homogynetum discoloris zum Poo-Cerastietum cerastoidis, sowie dieses zu Nardo-Salicion herbaceae-Gesellschaften.

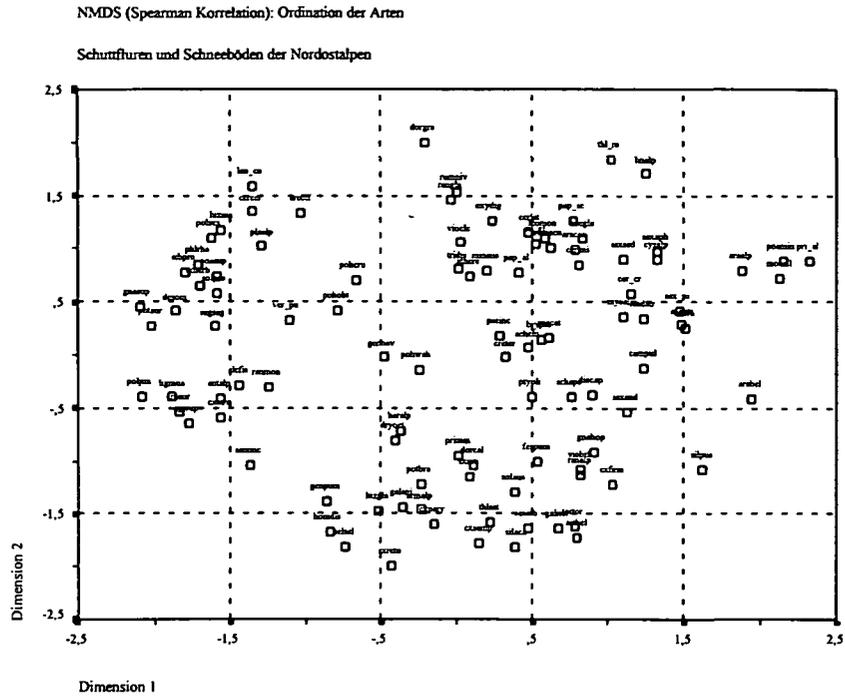


Abb. 46: Ordination von 100 Arten der Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfuren der Nördlichen Kalkalpen in einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen entlang der ersten und zweiten Achse nach einer NMDS mit Spearman Korrelation.

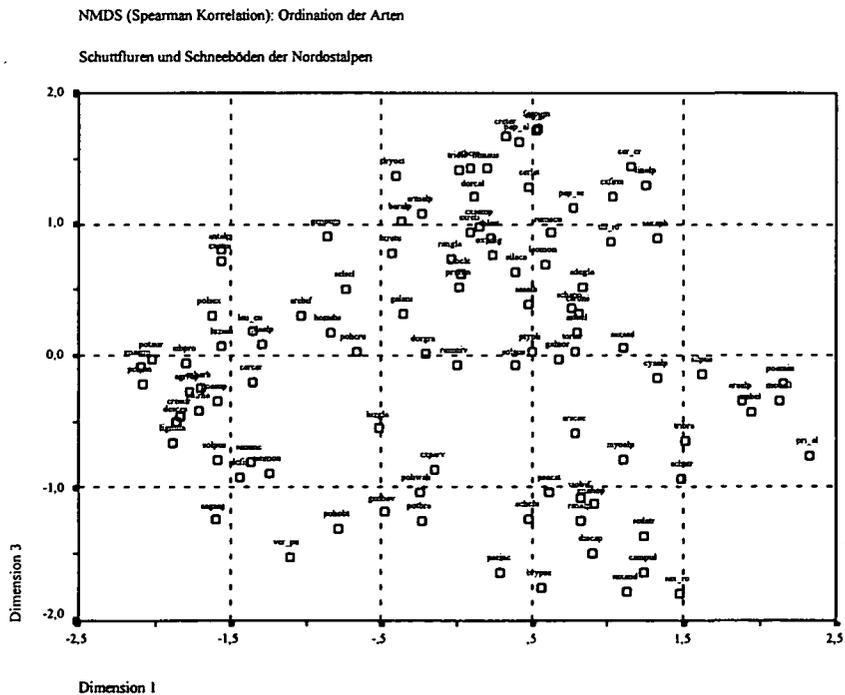


Abb. 47: Ordination von 100 Arten der Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfuren der Nördlichen Kalkalpen in einer Zufallsauswahl von 257 Vegetationsaufnahmen entlang der ersten und dritten Achse nach einer NMDS mit Spearman Korrelation.

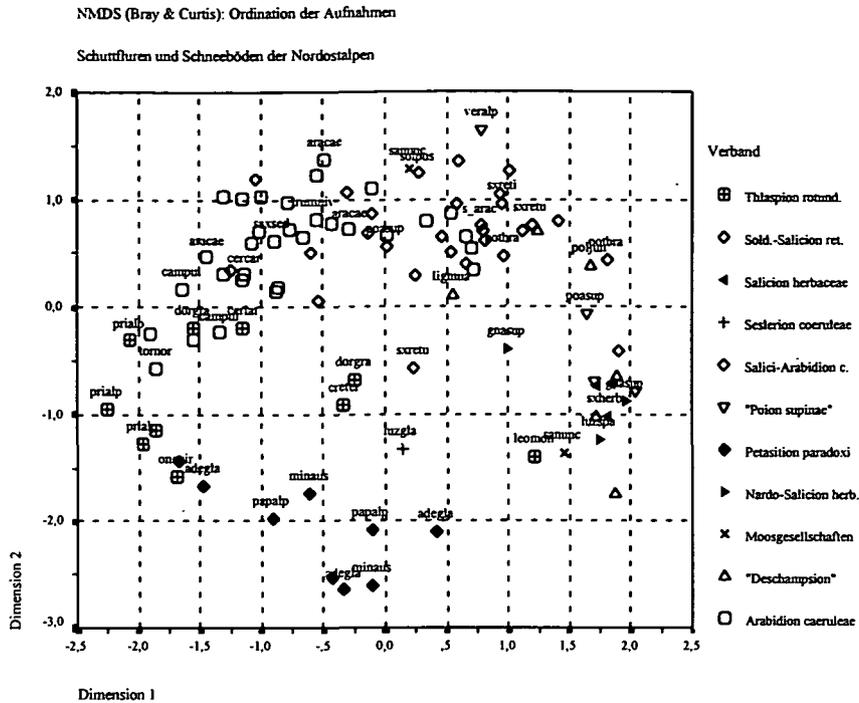


Abb. 48: Ordination von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfluren der Nördlichen Kalkalpen in einer Zufallsauswahl von 98 Vegetationsaufnahmen entlang der ersten und zweiten Achse nach einer NMDS mit Bray- & Curtis-Matrix.

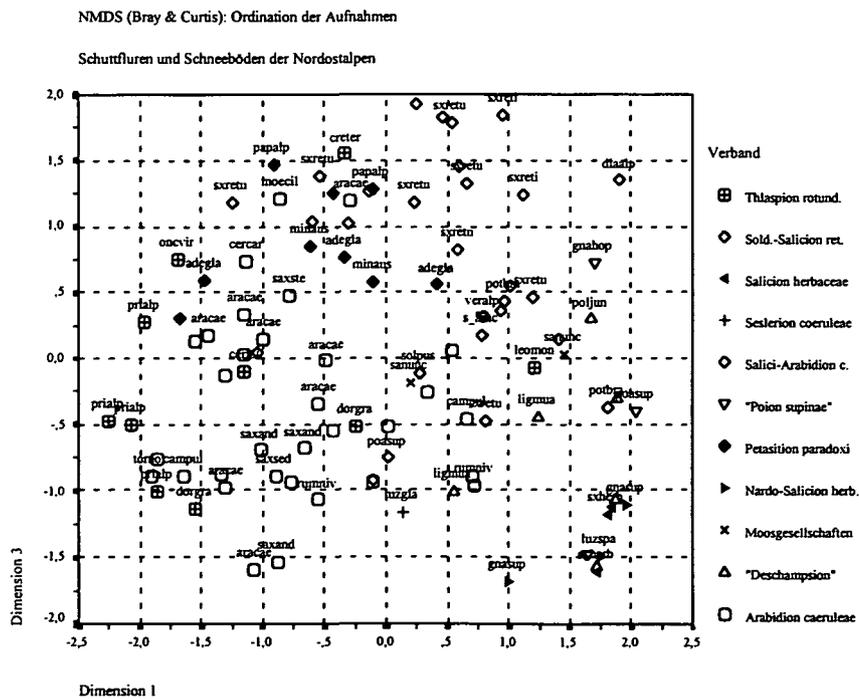


Abb. 49: Ordination von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfluren der Nördlichen Kalkalpen in einer Zufallsauswahl von 98 Vegetationsaufnahmen entlang der ersten und dritten Achse nach einer NMDS mit Bray- & Curtis-Matrix.

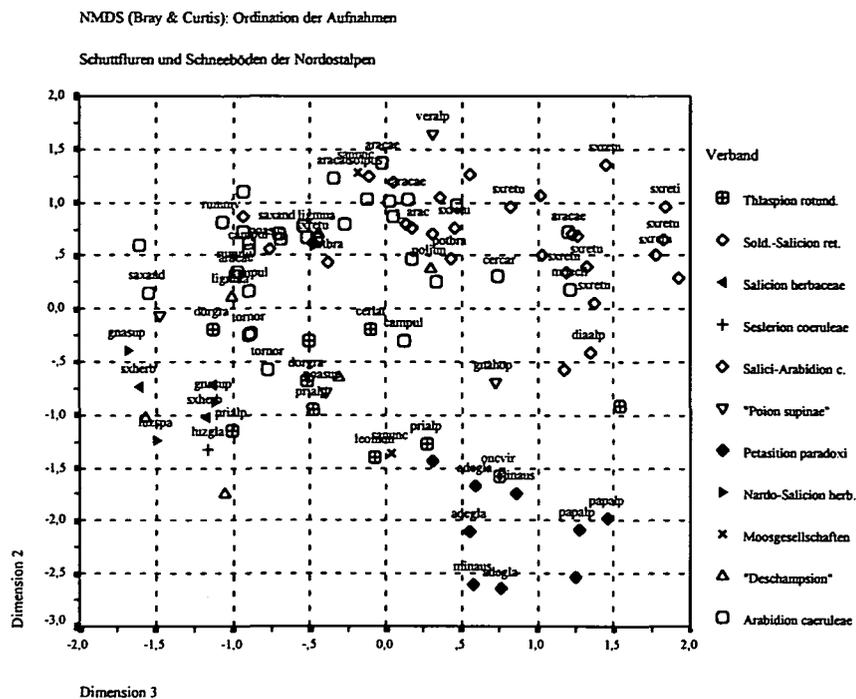


Abb. 50: Ordination von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfuren der Nördlichen Kalkalpen in einer Zufallsauswahl von 98 Vegetationsaufnahmen entlang der zweiten und dritten Achse nach einer NMDS mit Bray- & Curtis-Matrix.

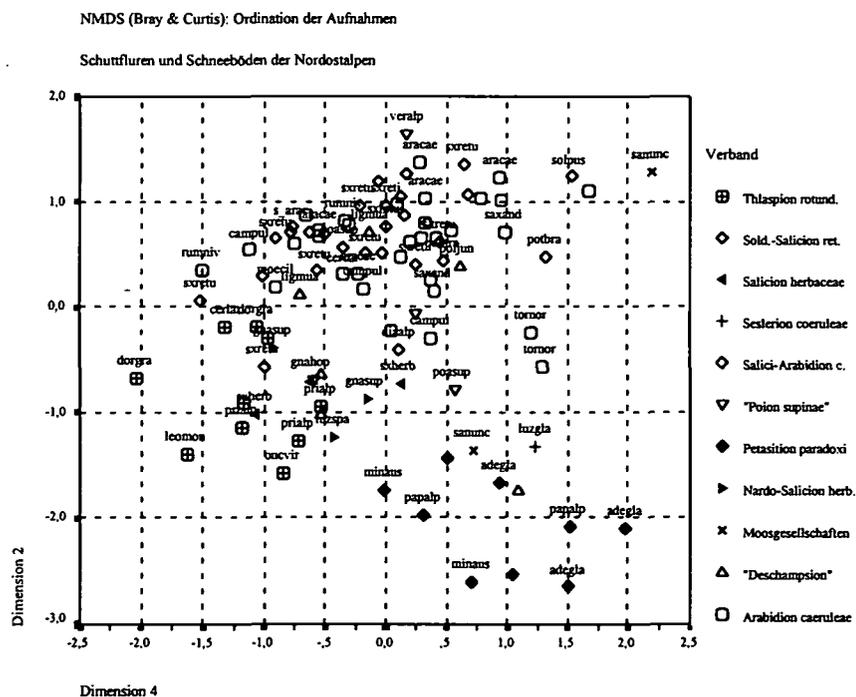


Abb. 51: Ordination von Schneebodengesellschaften und Kalkschuttfuren der Nördlichen Kalkalpen in einer Zufallsauswahl von 98 Vegetationsaufnahmen entlang der zweiten und vierten Achse nach einer NMDS mit Bray- & Curtis-Matrix.

Tab. 28: Statistiken zur multidimensionalen Skalierung von 98 Aufnahmen (15% random sample) nach einer Matrix des Bray & Curtis Koeffizienten bzw. der Spearman Korrelation. Kruskal's Streß ist ein Maß für die Güte der Anpassung, der RSQ-Wert gibt den Varianzanteil wieder, den die korrespondierenden Distanzen der Arten an der Skalierung der Gesamtmatrix beitragen.

Bray & Curtis Koeffizient				Spearman Korrelationskoeffizient			
4-dim		3-dim		4-dim		3-dim	
Kruskal's Streß	RSQ-Wert	Kruskal's Streß	RSQ-Wert	Kruskal's Streß	RSQ-Wert	Kruskal's Streß	RSQ-Wert
0,16304	0,76382	0,20791	0,69959	0,16641	0,74558	0,20846	0,69321

Aus Abb. 49 wird eine weitere Streuung der Schneebodengesellschaften erkenntlich, die es erlaubt, die Gruppenbildungen der Clusteranalysen auf die Ergebnisse der NMDS zu übertragen. Soldanello-Salicion retusae und Arabidion caeruleae verteilen sich relativ deutlich auf rechte bzw. linke Hälfte des durch erste und dritte Achse dargestellten Aufnahmenraumes, das Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae, die *Achillea atrata-Saxifraga androsacea*-Ges. und das Saxifragetum stellaro-sedoidis einerseits bzw. das Homogyno-Salicetum retusae, Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae und Diantho alpinae-Salicetum retusae andererseits gruppieren sich recht gut. Die Diagonale zwischen erster und dritter Achse (von links unten nach rechts oben) repräsentiert möglicherweise einen Gradient zunehmender Vegetationszeit (mit zunehmenden Wärmesummen) und etwa gleichverlaufend abnehmender Substratbeweglichkeit.

Die bogige Struktur, die sich bei Betrachtung aller Achsen der NMDS-Ordination wiederfindet muß als Ausdruck der mehrfaktoriellen Beziehungsgefüge verstanden werden, die die Kalkschneeböden und floristisch nahestehende Gesellschaften prägt.

### Analyse der Standorts- und Bestandsparameter sowie der Zeigerwerte und ihre Verknüpfung mit Ordinationsverfahren

Neben der floristischen Ausstattung sind qualitative und quantitative Standortfaktoren für eine Gesellschaftscharakterisierung von besonderer Bedeutung. An dieser Stelle können jedoch nur erste Übersichtsdarstellungen zu topographischen und bestandseigenen Parameter gebracht werden.

Die Parameter von Standort und Bestand werden einerseits gesellschaftsbezogen dargestellt (vgl. Abb. 52 und Abb. 53; sowie Abb. 55 bis Abb. 57), andererseits für direkte Ordinationen herangezogen (Abb. 59 bis Abb. 63).

### Beschreibung der Standortparameter Höhe und Exposition

Die Höhenverbreitung der Schneebodengesellschaften (Abb. 52) zeigt im wesentlichen eine Beschränkung auf eine Zone von ca. 1750 bis 2500 m. Gesellschaften mit Vorkommen in geringeren Höhen sind zumeist den Schuttgesellschaften des Petasition paradoxo zuzurechnen (Gruppe N1-A1a.1; N2-A2a.1 und A2a.2; N3-E1a.1 und N3-E1b.1). Ganz im Gegensatz zu den Ausführungen von MEISEL & AL. (1983, 1984), SCHIECHTL & AL. (1982, 1987), die die Bindung an Höhen über 2500 m als Charakteristikum der Kalkschneeböden darstellen, finden sich die Gesellschaften auch in den westlichen Gebieten der Nordostalpen unter dieser Höhenlinie.

Bemerkenswert ist jedoch das Absinken der Höhenverbreitung der Schneeböden von West nach Ost, dies umso mehr, als die westlichen Gebirgszüge deutlich höhere Schneemengen verzeichnen und zu erwarten wäre, daß die Gesellschaften nach Osten hin ausdünnen. Neben dem Effekt der Massenerhebung, der in Lechtaler und Allgäuer Alpen höhere Temperaturen

auf vergleichbarer Höhe bedingt, ist dieses Phänomen vor allem auf die besondere Standortssituation in den Plateaubergen der mittleren und östlichen Kalkalpen zurückzuführen. Die zahlreich ausgebildeten Karstformen (v. a. kleinere und mittelgroße Dolinen) ermöglichen Schneebodengesellschaften gute Entwicklungsmöglichkeiten mit charakteristischen Artenkombinationen. Die Andauer der Schneebedeckung in Dolinen des Hochschwabs und Schneebergs ist mit 8-11 (!) Monaten durchaus vergleichbar mit der Schneelage von höhergelegenen nordexponierten Schutthängen oder Karen des Karwendels oder der Lechtaler Alpen. Das Fehlen der niveaupertiefenden Karstformen in den westlichen Gebirgsketten ist hier auch für das Fehlen der Gesellschaften in tieferen Lagen verantwortlich zu machen.

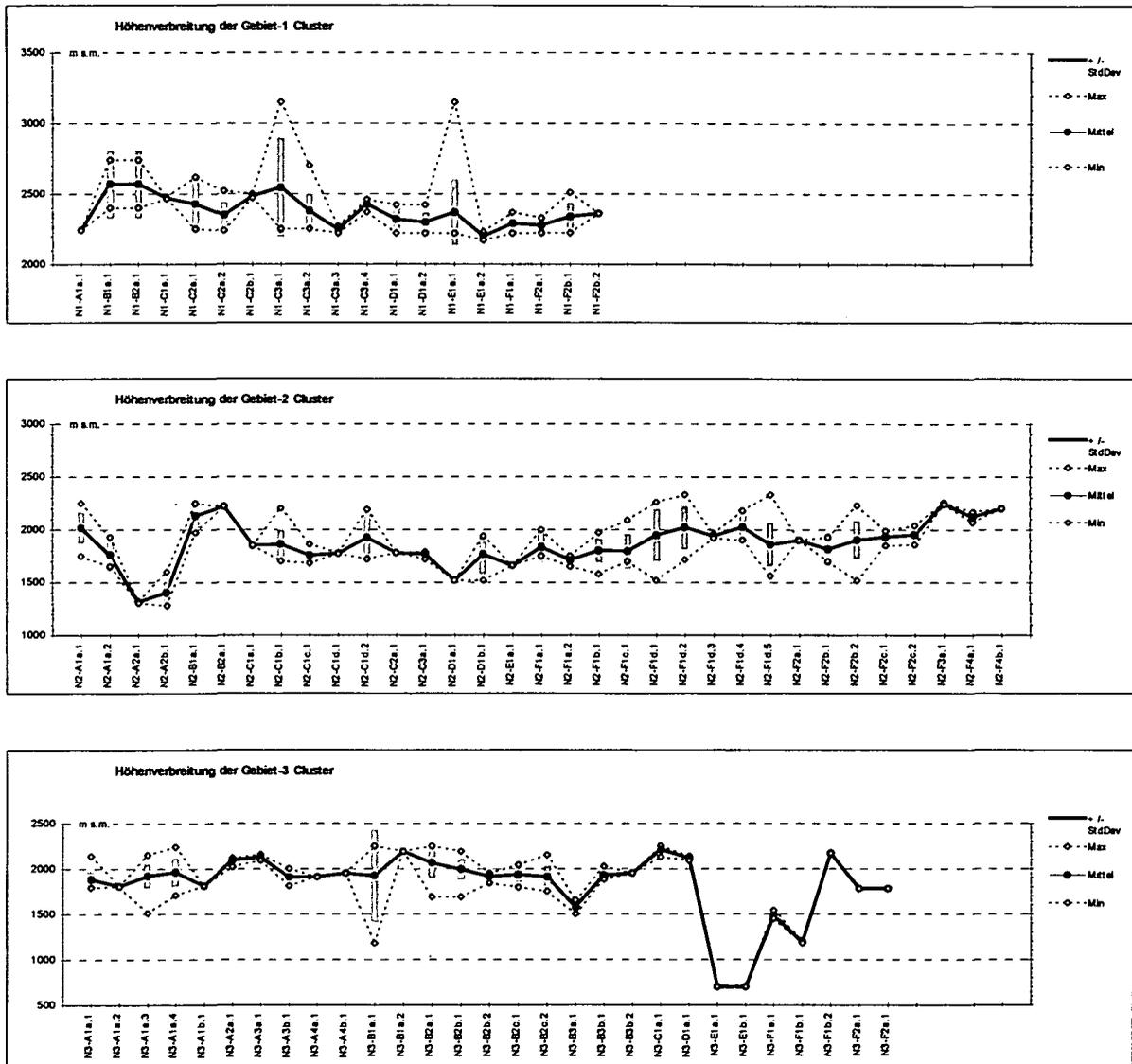


Abb. 52: Höhenverbreitung der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften für die westlichen (Gebiet-1), mittleren (Gebiet-2) und östlichen (Gebiet-3) Nordostalpen. Die Bedeutung der Cluster-Codes ist aus Tab. 17 bis Tab. 19 ersichtlich.

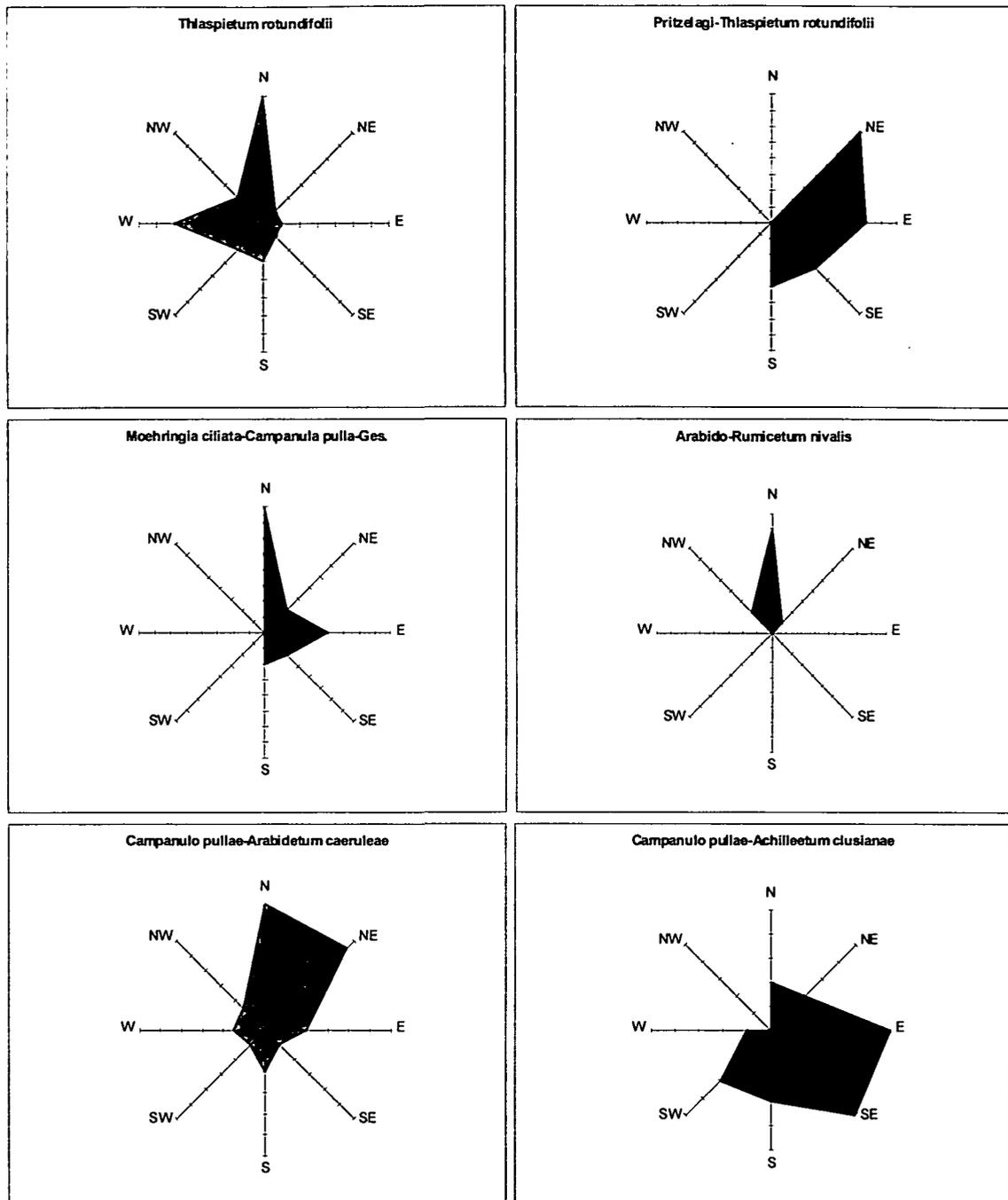


Abb. 53.1: Expositionspräferenzen ausgewählter Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften in den Nördlichen Kalkalpen.

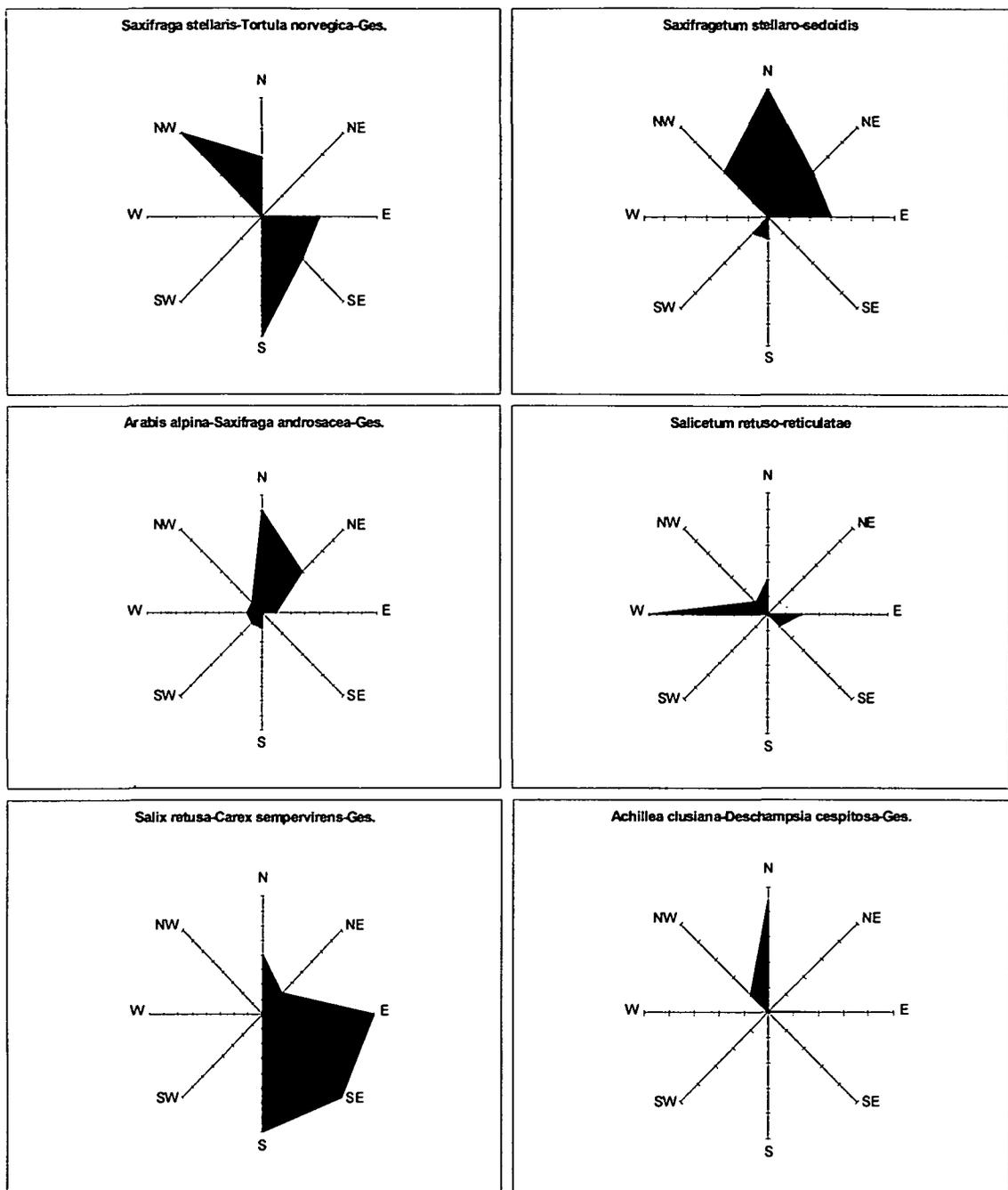


Abb. 53.2: Expositionspräferenzen ausgewählter Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften in den Nördlichen Kalkalpen (Forts.).

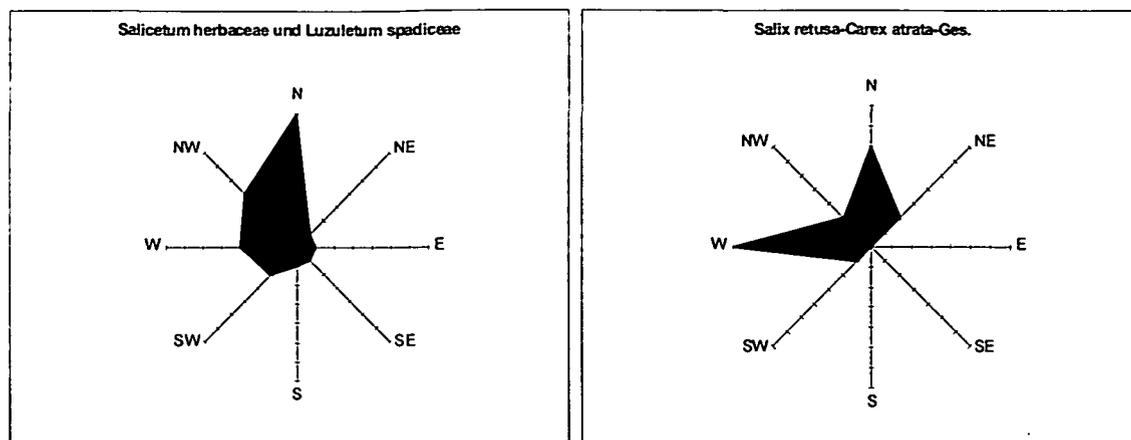


Abb. 53.3: Expositionspräferenzen ausgewählter Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften in den Nördlichen Kalkalpen (Forts.).

Einzelne Bestände von Schutt- und Schneeböden des Tennengebirges und des Hochschwabs reichen jedoch bis (unter) 1500 m herunter. Dies gilt sowohl für Gesellschaften des Soldanello alpinae-Salicion retusae (vgl. Abb. 52, Homogyno-Salicetum retusae = Gruppe N2-F2b.2; Potentillo brauneanae-Homogynetum discoloris = N3-B3a.1) als auch für Gesellschaften des Arabidion caeruleae, die sich in moosreichen Ausbildungen, z. B. des Saxifragetum stellarosedoidis (N3-B1a.1), der *Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata*-Gesellschaft (N2-F1d.1) oder des Campanulo pullae-Achilleetum atratae (N2-F1d.5) vermehrt in schattigen Felsnischen zurückziehen.

Die *Sanionia uncinata-Distichum compactum*-Gesellschaft (N2-D1b.1), deren Verbandszugehörigkeit noch nicht klargelegt werden kann, findet sich bei 1500 m auch noch in flachen Dolinenmulden in beinahe ebener Lage, die kaum Beschattung bieten. Auch die ökologische Situation dieser Gesellschaft gibt also nur schwache Hinweise auf eine Zuordnung zum Arabidion caeruleae. In den westlichen Nordostalpen, wo auch die Schuttgesellschaften (vgl. Doronicetum grandiflori = N1-C3a.1) sowie auch die Lägerfluren (*Deschampsia cespitosa*-Läger = N1-E1a.1) bis in die größten Höhen von 3200 m zu verfolgen sind, zeigt sich deutlich die absolute Höhenobergrenze der Schneebodengesellschaften, die mit der des Rumici-Arabetum caeruleae (N1-C3a.2 und N1-C3a.3) bei 2700 m angesetzt werden kann. Die Verbreitung dieser Gesellschaft reicht aber durchschnittlich ebenso nur bis 2500 m. Darüber gelegene Standorte sind den Gesellschaften des Thlaspietum rotundifolii (N1-B1a.1), *Leontodon montanus*-Fluren (N1-B2a.1), dem Pritzelagi-Thlaspietum rotundifolii (N1-C2a.1 und N1-C2a.2) oder dem Achilleo atratae-Doronicetum grandiflori (N1-C3a.1), also allesamt dem Thlaspietum rotundifolii zuzuordnen.

Die Diagramme der Expositionsverteilungen (Abb. 53) zu einzelnen Gesellschaften zeigen recht deutlich die allgemeine Bevorzugung von Nordexpositionen, sowohl der Silikatschneeböden (*Salicetum herbaceae*, *Luzuletum spadiceae*) als auch der Kalkschutt- und Schneeböden (*Rumici-Arabetum caeruleae*, *Campanulo pullae-Arabetum caeruleae*, *Saxifragetum stellarosedoidis*, *Arabis alpina-Saxifraga androsacea*-Ges.). Der Wechsel des *Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris* von Nord- in Südexposition geht einher mit einer entsprechenden Höhenverlagerung. Davon völlig abweichend ist das *Campanulo pullae-Achilleetum clusianae* mit Ost- bis Südwest-Präferenz. Die Bevorzugung von feinschuttreichen Dolinenhängen mit frischen Böden dürfte diese Verhältnisse

wettmachen, Konkurrenzphänomene könnten zusätzlich dafür verantwortlich sein, daß sich das *Campanulo pullae-Achilleetum clusianae* auf südexponierte Standorte zurückziehen muß. Im Gegensatz zur Schuttgesellschaft des *Pritzelagi-Thlaspietum rotundifolii* scheint auch das *Thlaspietum rotundifolii* (*Doronicum grandiflorum*-Schuttbestände der westlichen Nordostalpen) aufgrund seiner Feuchtigkeitsansprüche vermehrt in Nordexposition anzutreffen sein.

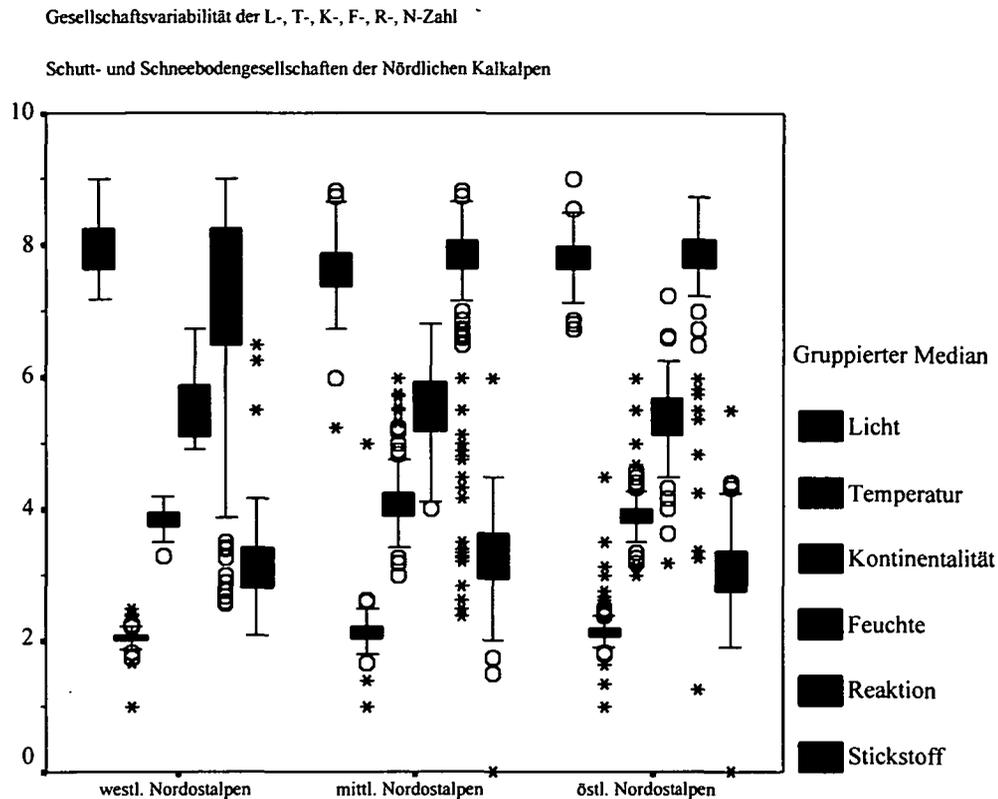


Abb. 54: Gesamtvariabilität der Schutt- und Schneebodengesellschaften für die westlichen, mittleren und östlichen Nordostalpen bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalitäts (K)-, Feuchte (F)-, Reaktionen (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

### Zeigerwerte und direkte Gradientenanalyse

Die direkte Gradientenanalyse von Gesellschaftsausbildungen nach zugeordneten Zeigerwerte ermöglicht es, die nach floristischer Ähnlichkeit gruppierten Bestände hinsichtlich ihrer Standortsqualitäten zu vergleichen. Die Aussagekraft von Zeigerwerten ist bereits öfters dargelegt worden (vgl. ELLENBERG 1979, DURWEN 1982, ELLENBERG & AL. 1991, ). Die Gesellschaftsvariabilität auf der Basis mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalität (K)-, Feuchte (F)-, Reaktion (R)- und Stickstoff (N)-Zahl (berechnet nach dem gruppierten Median) zeigt eine Streuung für alle Zeigerwerte über mehrere Skaleneinheiten (vgl. Abb. 54). Die errechneten mittleren Zeigerwerte lassen weitere Interpretationsmöglichkeiten der Gesellschaftsdifferenzierung zu (vgl. Abb. 55, Abb. 56 und Abb. 57). Zudem zeigt auch die Verbandsgliederung große Übereinstimmungen mit zugeordneten Zeigerwerten (Abb. 58.1-3).

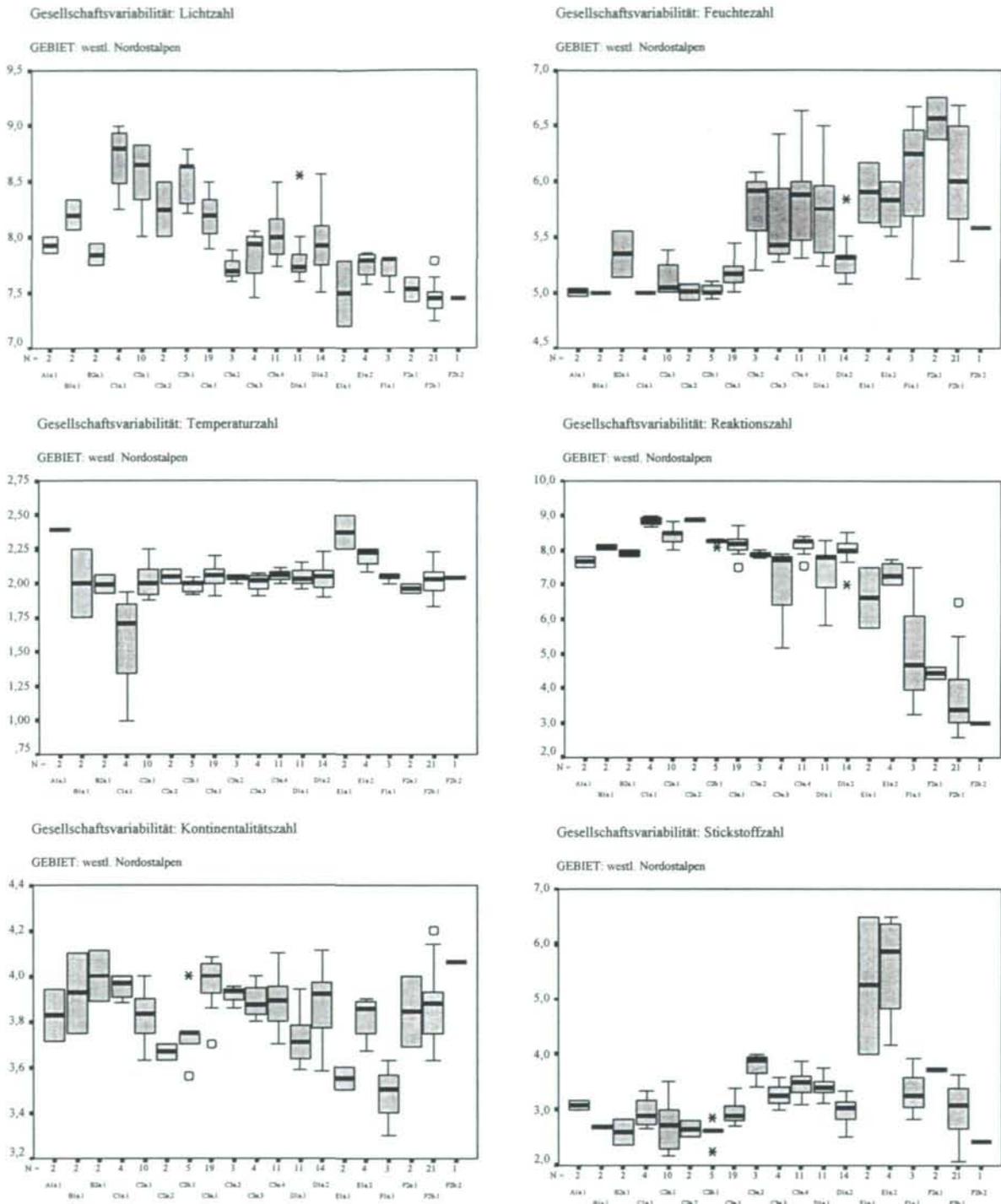


Abb. 55: Darstellung der Gesellschaftsvariabilität bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalitäts (K)-, Feuchte (F)-, Reaktionen (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991) für die westlichen Nordostalpen (Gebiet-1). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen. Die Bedeutung der Cluster-Codes ist aus Tab. 17 ersichtlich.

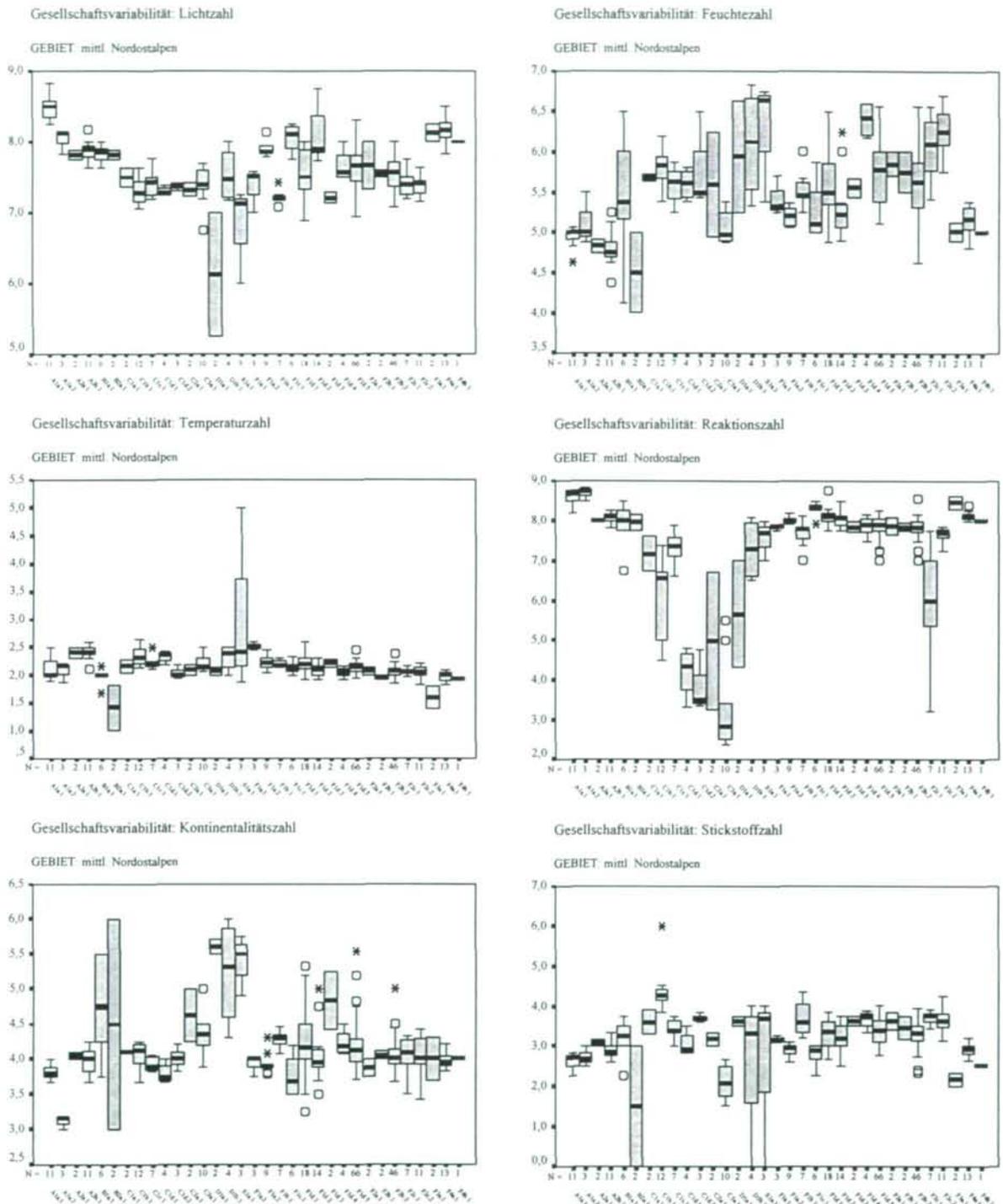


Abb. 56: Darstellung der Gesellschaftsvariabilität bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalität (K)-, Feuchte (F)-, Reaktionen (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991) für die mittlere Nordostalpen (Gebiet-2). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen. Die Bedeutung der Cluster-Codes ist aus Tab. 18 ersichtlich.

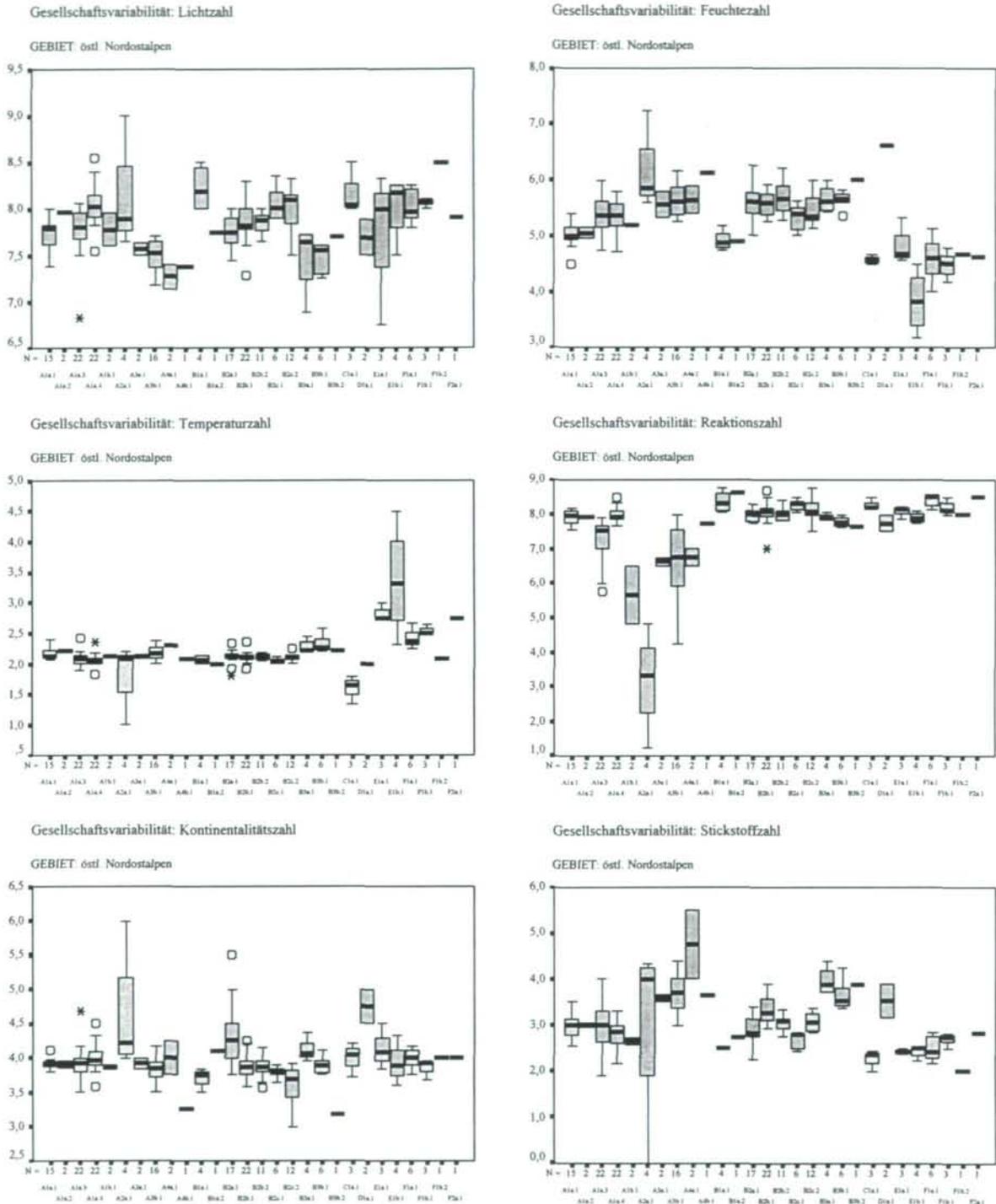


Abb. 57: Darstellung der Gesellschaftsvariabilität bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalitäts (K)-, Feuchte (F)-, Reaktionen (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991) für die östlichen Nordostalpen (Gebiet-3). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen. Die Bedeutung der Cluster-Codes ist aus Tab. 19 ersichtlich.

Die mittlere Lichtzahl deutet die stärkere Strahlungsexposition der *Thlaspion rotundifolii*-Gesellschaften an, die sich auch im *Soldanello alpinae*-*Salicion retusae* bemerkbar macht (vgl. *Abb. 58.1* oben). Dies wird vor allem durch das *Saxifrago-Cerastietum latifoliae* (N1-C2a.1) und das *Pritzelagi-Thlaspietum rotundifolii* (N1-C2a.2) verdeutlicht (vgl. *Abb. 55*), ebenso wie durch die *Adenostyles glabra*-(Petasition)-Gesellschaft (N2-A1a.1; vgl. *Abb. 56*). Die Temperaturzahl bietet unter Berücksichtigung ihrer Variationsbreite auf Verbandsniveau nur geringe Aussagemöglichkeit (vgl. *Abb. 58.1* unten), einzelne Gesellschaften lassen sich aber durch nach oben (N2-E1a.1: *Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii*-Ges., *Abb. 56*; und N3-E1b.1: *Silene glareosa*-Ges., *Abb. 57*) bzw. nach unten (N1-C1a.1: *Saxifrago-Cerastietum latifoliae*, *Abb. 55*; N2-B2a.1: *Bryum elegans-Ptychodium plicatum*-Ges., *Abb. 56*; und N3-A2a.1: *Polytrichetum sexangularis* *Abb. 57*) stark abweichende „Temperaturpräferenzen“ gut charakterisieren. Praktisch ohne Aussage für die hier dargestellten Vegetationstypen ist das „Kontinentalitätsgefälle“, sowohl auf Verbandsniveau (*Abb. 58.2* oben), die Differenzierung für die einzelnen Gesellschaften ist meist nur durch wenige Aufnahmen abgesichert (vgl. das „N“ der einzelnen Kategorien in *Abb. 55*, *Abb. 56* und *Abb. 57*).

Im Gegensatz dazu stellen sich vor allem Feuchtezahl, Reaktionszahl und Stickstoffzahl schon aufgrund ihrer Spannweiten als sehr aussagekräftig heraus. Die Bereiche betragen für mittlere F-Zahlen 4,13–7,25; für mittlere R-Zahlen 1,25–9,00 und für mittlere N-Zahlen 1,50–6,00 (jeweils bezogen auf Einzelaufnahmen). Dies läßt sich anschaulich mittels Ökogrammen darstellen (*Abb. 59*, *Abb. 60*, *Abb. 61*, *Abb. 62*, und *Abb. 63*), in denen die Aufnahmen im Koordinatenraum zweier ökologischer Parameter (hier dargestellt durch mittlere Zeigerwerte) direkt ordniert werden.

Demnach sind *Thlaspion rotundifolii* und *Arabidion caeruleae*-Gesellschaften vor allem bezüglich ihrer Feuchteverhältnisse getrennt, die Bodenreaktion differenziert diese und auch die Bestände des *Soldanello alpinae*-*Salicion retusae* von „*Poion supinae*“- und *Salicion herbaceae*-Gesellschaften, während „*Poion supinae*“-Bestände eine deutliche Bindung an nährstoffreiche Standorte aufweisen (vgl. *Abb. 61*, *Abb. 62*). Der Temperaturfaktor ist von untergeordneter Bedeutung, kann aber – für die hier nicht weiter interessante – Trennung von Gesellschaften des *Petasition paradoxo* und des *Thlaspion rotundifolii* Verwendung finden.

Dies ist nicht nur die Bestätigung bereits bekannter Verhältnisse, wie sie schon durch die deutschen Bezeichnungen der „*Silikatschneeböden*“, „*Kalkschuttfuren*“, „*Lägerfuren*“ zum Ausdruck kommt, sondern gibt darüberhinaus weitere Einblicke. Aus dem Licht-Temperaturdiagramm läßt sich z. B. eine (schwache) Differenzierung der Bestände des *Soldanello alpinae*-*Salicion retusae* von denen des *Arabidion caeruleae* entlang der mittleren Lichtzahl ablesen. Die Häufigkeit von südlichen Expositionen (westlich-südlich-östlich) durch die *Salix retusa*-Spaliere verdeutlicht deren Präferenz für sonnenexponierte Standorte und das vergleichsweise gute Ertragen von trockeneren Standortsbedingungen (vgl. *Abb. 59*). Dies wird jedoch gemildert, da die Standorte oft eine Beschattung durch Felswände zeigen

Die Moosgesellschaften zeigen deutliche Abweichungen bezüglich L-, T- und K-Zahl (vgl. *Abb. 59* und *Abb. 60*). Die Kontinentalitätszahlen liegen bei niedrigen Lichtzahlen deutlich unter den Werten der anderen Pflanzengesellschaften. Ob dies möglicherweise auf Fehleinschätzungen von Kryptogamen bezüglich ihrer Standortsansprüche bzw. der Zeigerwerte in Gebirgsregionen zurückzuführen ist, kann nicht beurteilt werden. Die Bestände des „*Poion supinae*“ und des *Salicion herbaceae* sind – wie sich aus den Ordinationsdiagrammen erkennen läßt (*Abb. 42* und *Abb. 43* sowie *Abb. 46* und *Abb. 47*) – zwar durch eine Reihe gemeinsamer Arten verbunden, erweisen sich bei ähnlichen Feuchteansprüchen neben den Nährstoffverhältnissen auch hinsichtlich der Bodenreaktion unterscheidbar (*Abb. 63*).

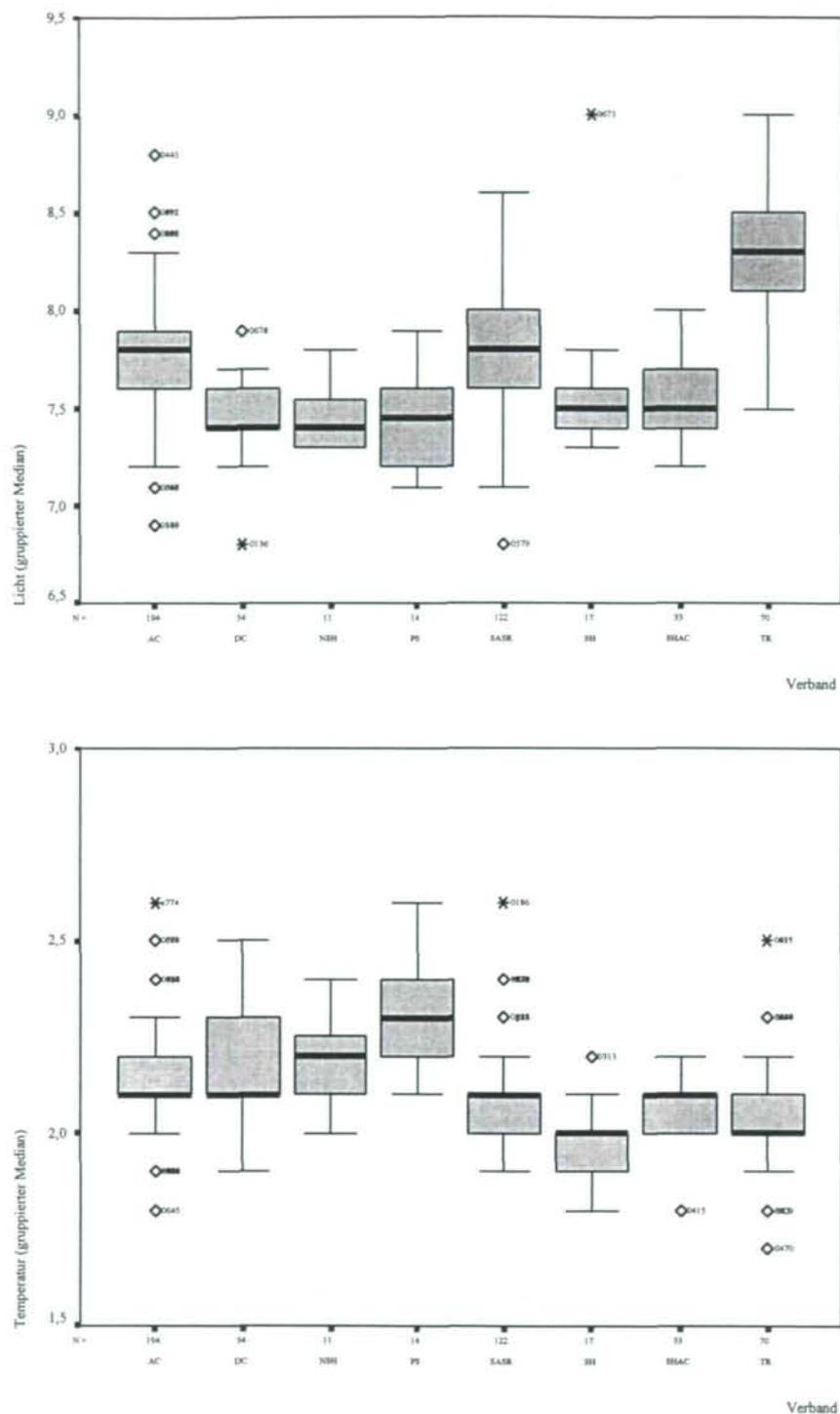


Abb. 58.1: Darstellung der Variabilität bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalitäts (K)-, Feuchte (F)-, Reaktions (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991): Licht und Temperatur für die in Verbände gegliederten Gesellschaftsgruppen. Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen. Die Bedeutung der Verbandsabkürzungen und der zugehörigen Gesellschaften ist aus Tab. 29 ersichtlich.

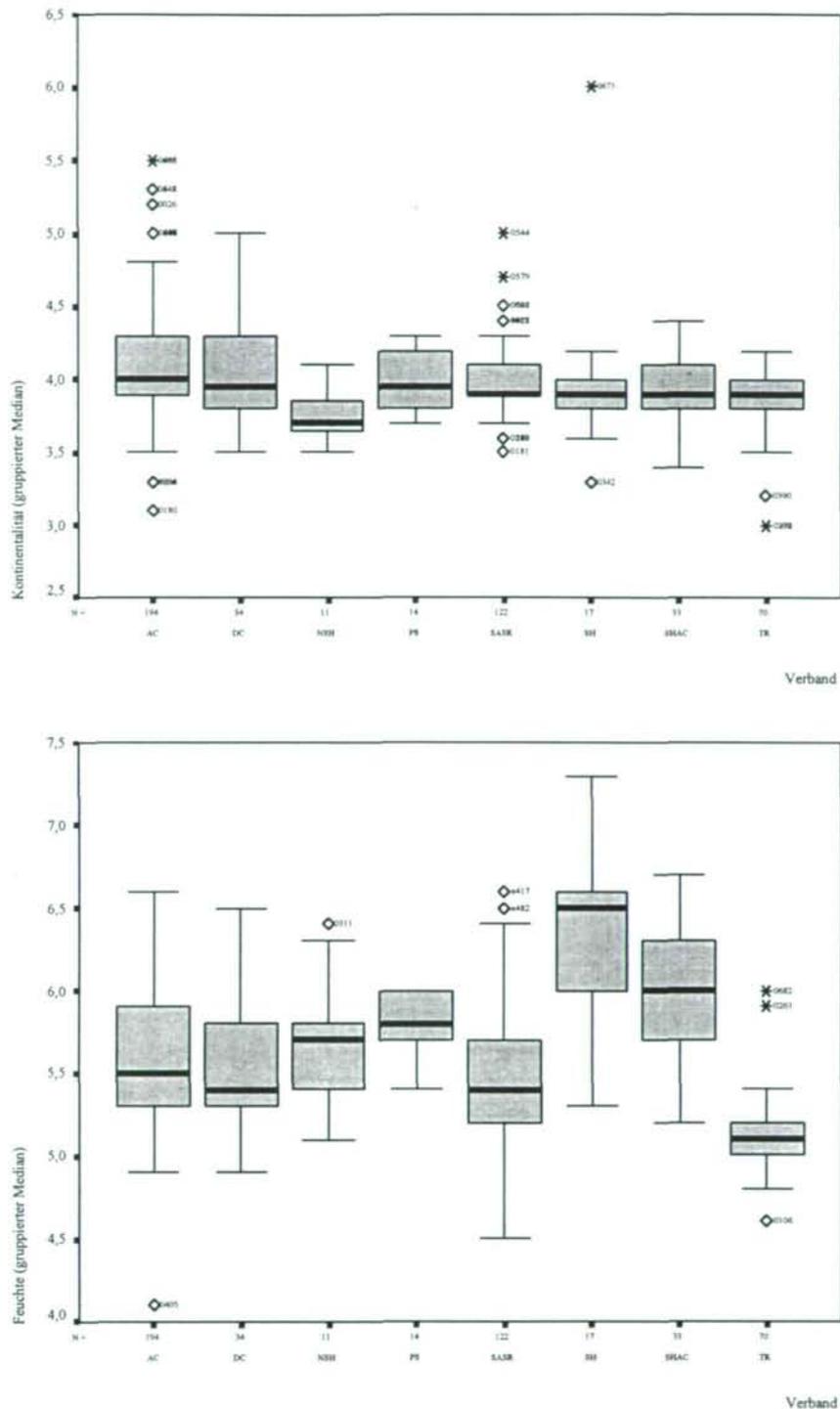


Abb. 58.2: Darstellung der Variabilität bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalitäts (K)-, Feuchte (F)-, Reaktionen (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991): Kontinentalität und Feuchte für die in Verbände gegliederten Gesellschaftsgruppen. Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen. Die Bedeutung der Verbandsabkürzungen und der zugehörigen Gesellschaften ist aus Tab. 29 ersichtlich.

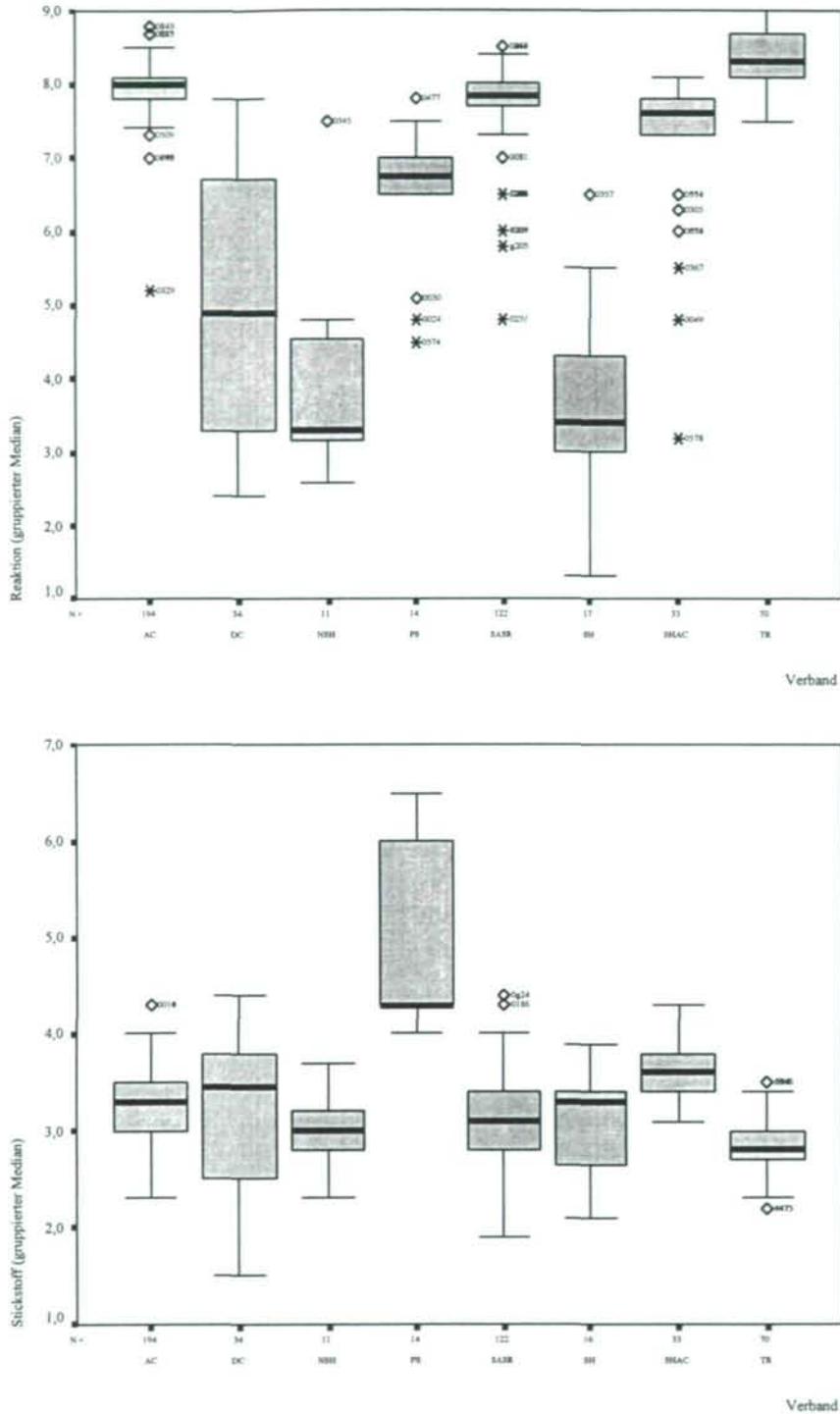


Abb. 58.3: Darstellung der Variabilität bezüglich mittlerer Licht (L)-, Temperatur (T)-, Kontinentalitäts (K)-, Feuchte (F)-, Reaktionen (R)- und Stickstoff (N)-Zahl nach Ellenberg (1991): Reaktion und Stickstoff für die in Verbände gegliederten Gesellschaftsgruppen. Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen. Die Bedeutung der Verbandsabkürzungen und der zugehörigen Gesellschaften ist aus Tab. 29 ersichtlich.

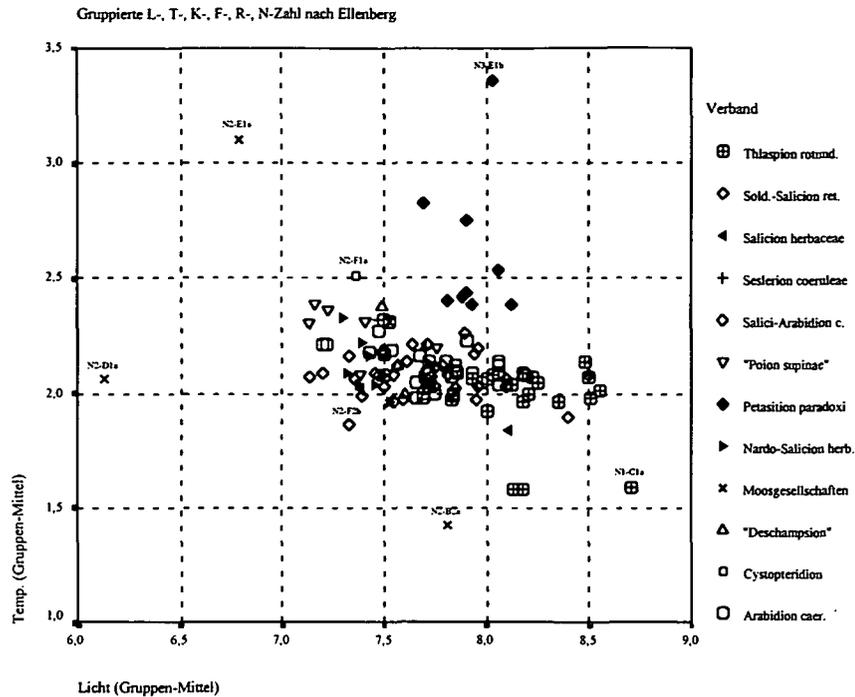


Abb. 59: Ökogramm der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften der Nördlichen Kalkalpen bezüglich mittlerer Zeigerwerte von Licht und Temperatur nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

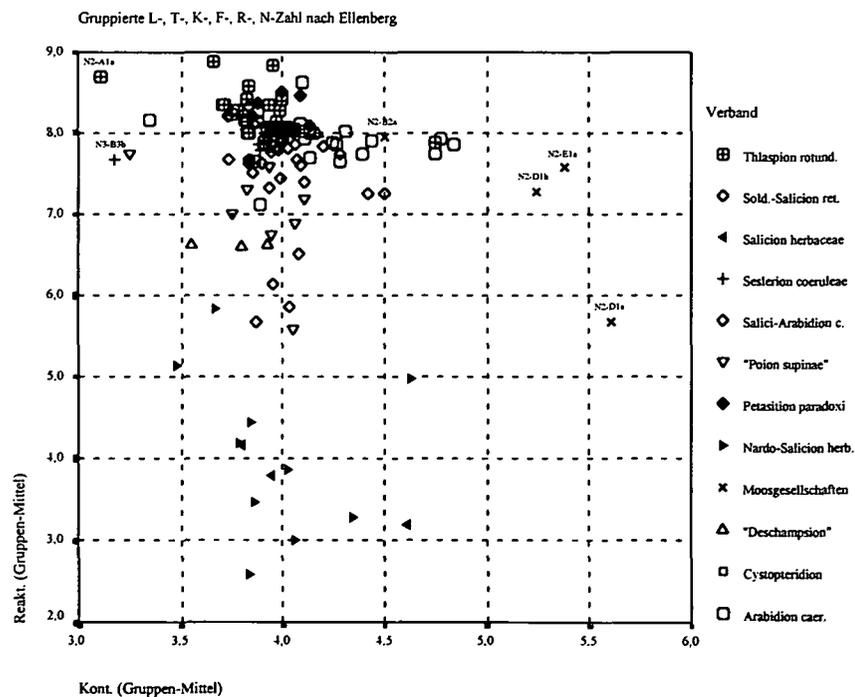


Abb. 60: Ökogramm der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften der Nördlichen Kalkalpen bezüglich mittlerer Zeigerwerte von Kontinentalität und Reaktion nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

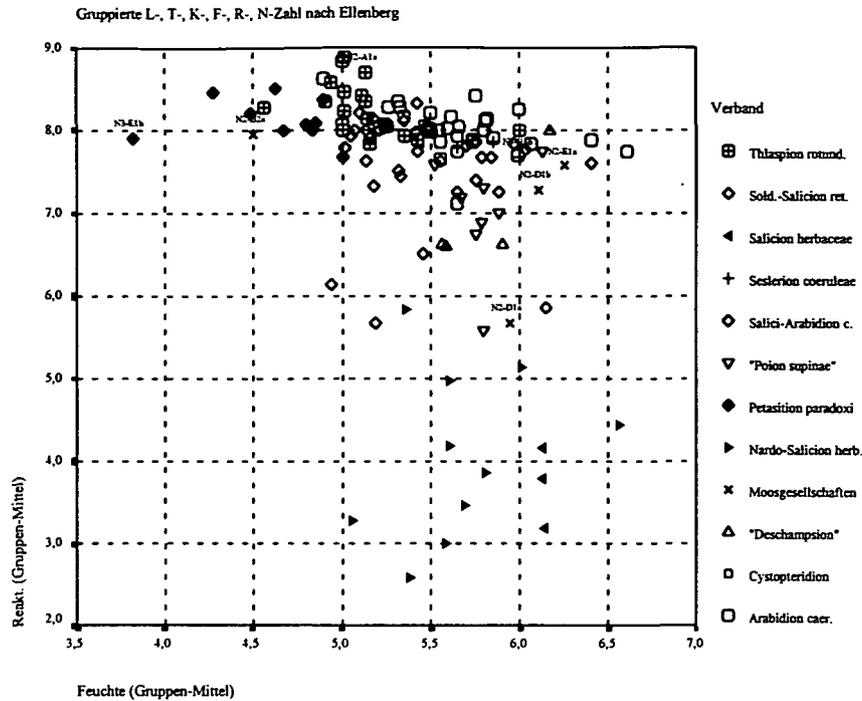


Abb. 61: Ökogramm der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften der Nördlichen Kalkalpen bezüglich mittlerer Zeigerwerte von Feuchte und Reaktion nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

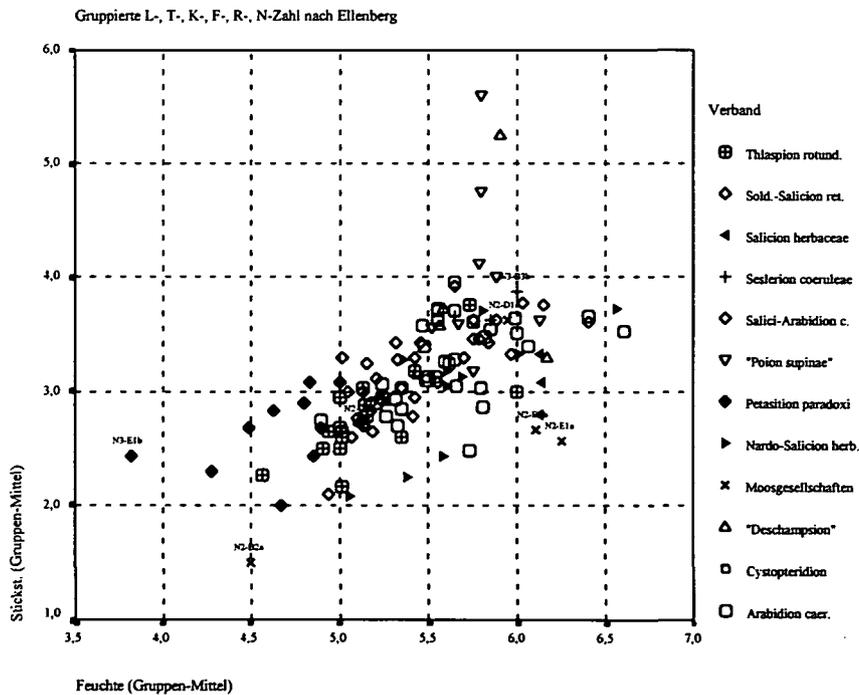


Abb. 62: Ökogramm der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften der Nördlichen Kalkalpen bezüglich mittlerer Zeigerwerte von Feuchte und Stickstoff nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

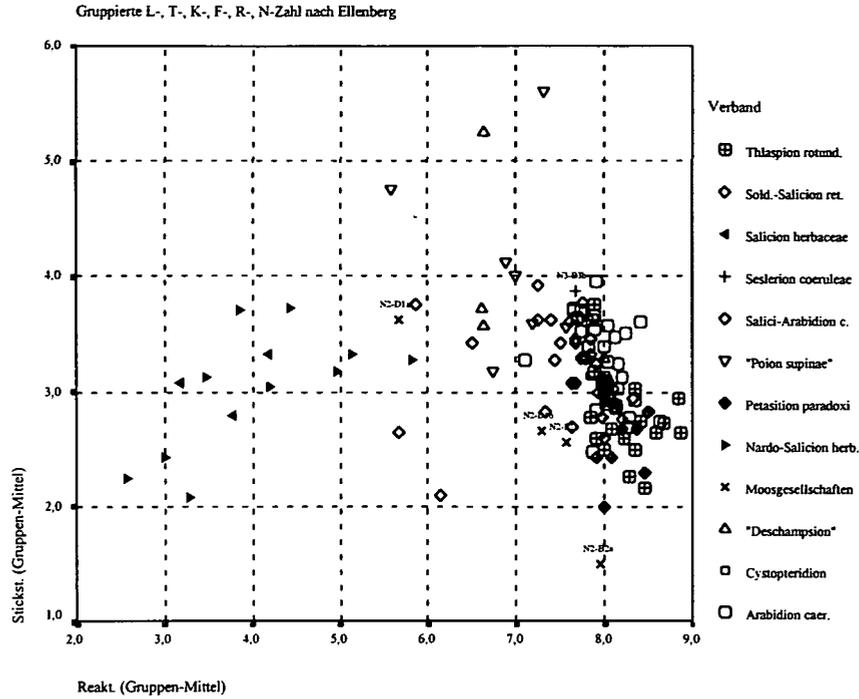


Abb. 63: Ökogramm der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften der Nördlichen Kalkalpen bezüglich mittlerer Zeigerwerte von Reaktion und Stickstoff nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

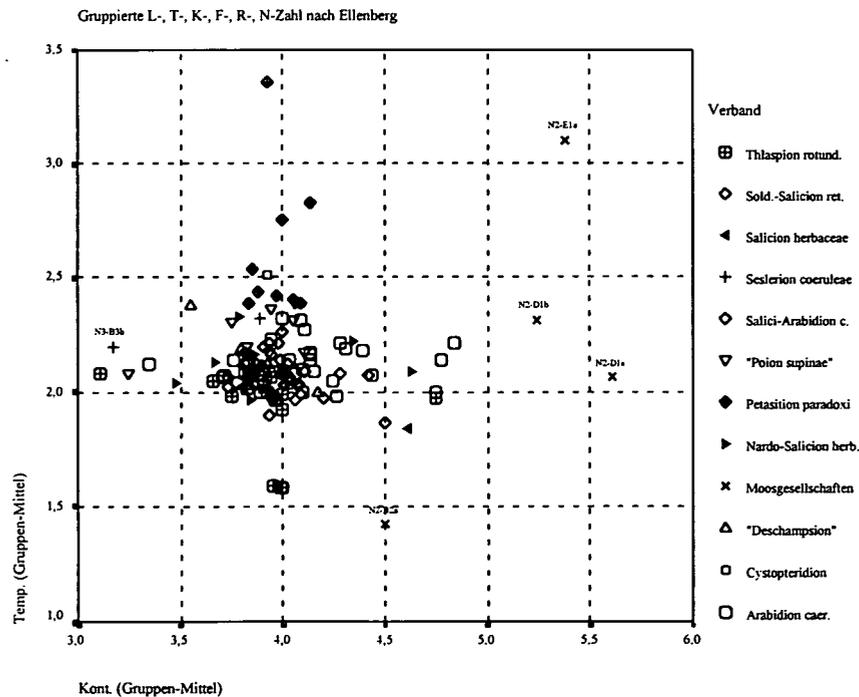


Abb. 64: Ökogramm der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften der Nördlichen Kalkalpen bezüglich mittlerer Zeigerwerte von Kontinentalität und Temperatur nach Ellenberg (1991). Für die Berechnungen wurde der gruppierte Median herangezogen.

Die Bestände des Nardo-Salicion herbaceae zeigen wie die des Salicion herbaceae saure Bodenverhältnisse an, sind von diesen aber durch die Feuchteverhältnisse getrennt. Sie sind um eine Skaleneinheit „trockener“ einzustufen und zeigen somit eine Bevorzugung mittelfeuchter Böden (*Abb. 61*).

Ähnliches gilt auch für den basischen Flügel der Schneebodengesellschaften. Die Gesellschaften des Arabidion caeruleae sind streng an neutrale bis basische Böden gebunden und allgemein als feuchter einzustufen, während das Soldanello alpinae-Salicion retusae die trockeneren Gesellschaften repräsentiert und etwas stärker auf schwach saure Böden übergreift. Übergänge bezüglich Feuchte- und Reaktionszahl sind dennoch gegeben.

Bezüglich der Nährstoffansprüche zeigen sich Arabidion caeruleae und Soldanello alpinae-Salicion retusae ebenso wie Salicion herbaceae und Nardo-Salicion herbaceae nicht unterscheidbar (vgl. *Abb. 63*).

Tab. 29: *Verbandsbezeichnungen und Codierung zu Abb. 58.1-3.*

Verb.-Kürzel	Verbandsname
AC	Arabidion caeruleae
SH	Salicion herbaceae
NSH	Nardo-Salicion herbaceae
SHAC	Salici herbaceae-Arabidion caeruleae
PS	Poion supinae
DC	Deschampsion cespitosae
SASR	Soldanello alpinae-Salicion retusae
TR	Thlaspion rotundifolii

### Indirekte Gradientenanalyse

Die Verhältnisse, die in den Ökogrammen wiedergegeben sind, finden sich in gut übereinstimmbarer Weise wieder, wenn mittlere Zeigerwerte direkt den Ordinationsdiagrammen der nichtparametrischen multidimensionalen Skalierung zugeordnet werden (vgl. *Abb. 65* bis *Abb. 70*).

Die mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Feuchteverhältnisse zeigen lassen sich im Ordinationsdiagramm der ersten und zweiten MDS-Dimension abbilden, Reaktions- und Stickstoffzahl können mit Dimension 3 (und 1) bzw. 2 (und 1) parallelisiert und zur Charakterisierung der Bestände bzw. Gesellschaften herangezogen werden.

Die Kontinentalitätszahl kann nur für eine schwache Differenzierung bezüglich Dimension 3 bzw. 4 herangezogen werden, der Informationsgehalt ist jedoch gering. Mittlere Temperaturzahlen zeigen – bei geringer Spannweite – eine Verteilung, die neben den Petasition paradoxi-Gesellschaften die Nardo-Salicion herbaceae-Bestände als wärmebegünstigt kennzeichnen. In der Gesamtbetrachtung läßt sich feststellen, daß Licht-, Temperatur- und Kontinentalitätszahl (also die „klimatischen“ Parameter der Zeigerwerte) mit höheren Achsen (3 und 4) korrelierbar sind, während Feuchte, Reaktion und Stickstoff (als Bodenparameter) für die Erklärung ersten beiden Achsen von großer (wenn auch nicht ausschließlicher) Bedeutung sind.

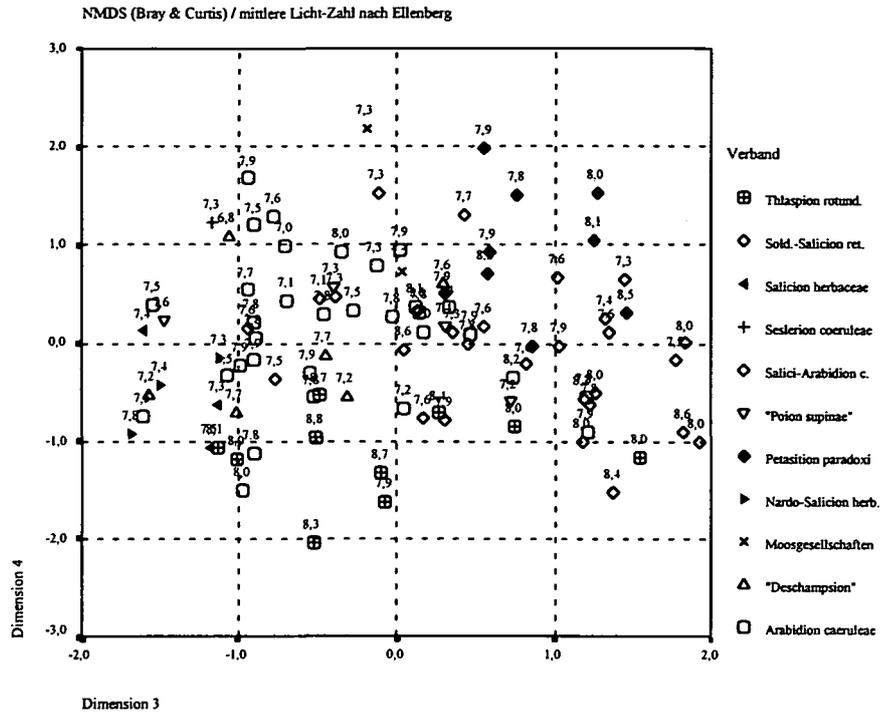


Abb. 65: Nichtparametrische multidimensionale Skalierung von 98 Zufallsaufnahmen der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften mit zugeordneter Lichtzahl in der Darstellung von Dimension 3 und 4.

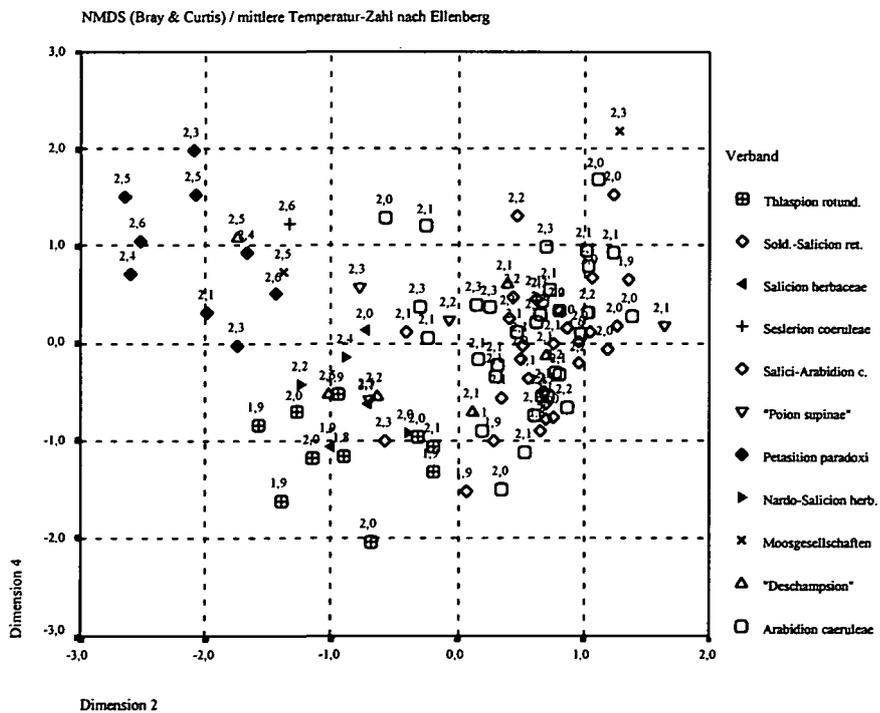


Abb. 66: Nichtparametrische multidimensionale Skalierung von 98 Zufallsaufnahmen der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften mit zugeordneter Temperaturzahl in der Darstellung von Dimension 2 und 4.

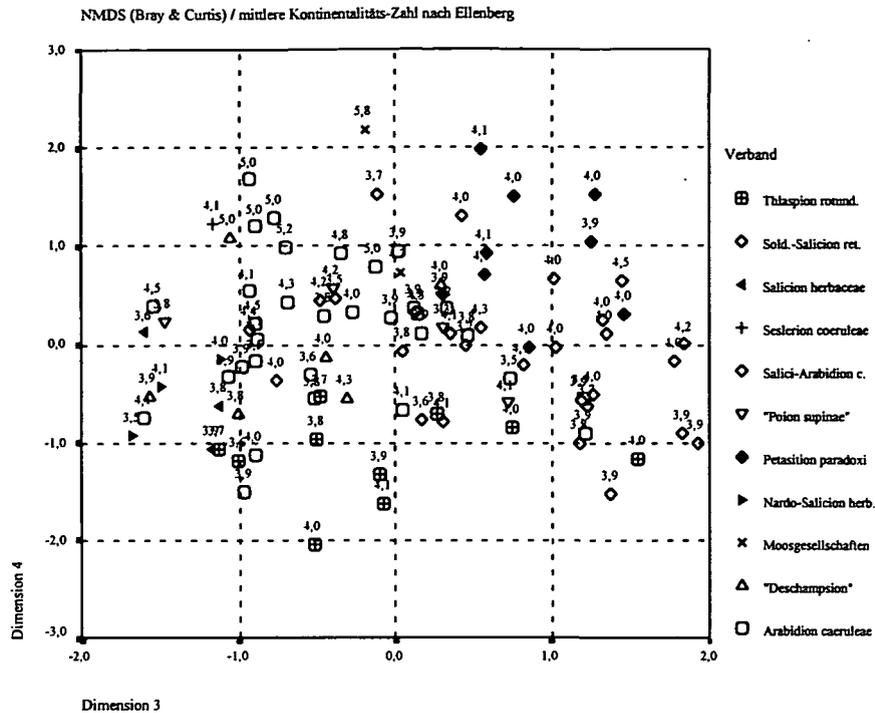


Abb. 67: Nichtparametrische multidimensionale Skalierung von 98 Zufallsaufnahmen der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften mit zugeordneter Kontinentalitätszahl in der Darstellung von Dimension 3 und 4.

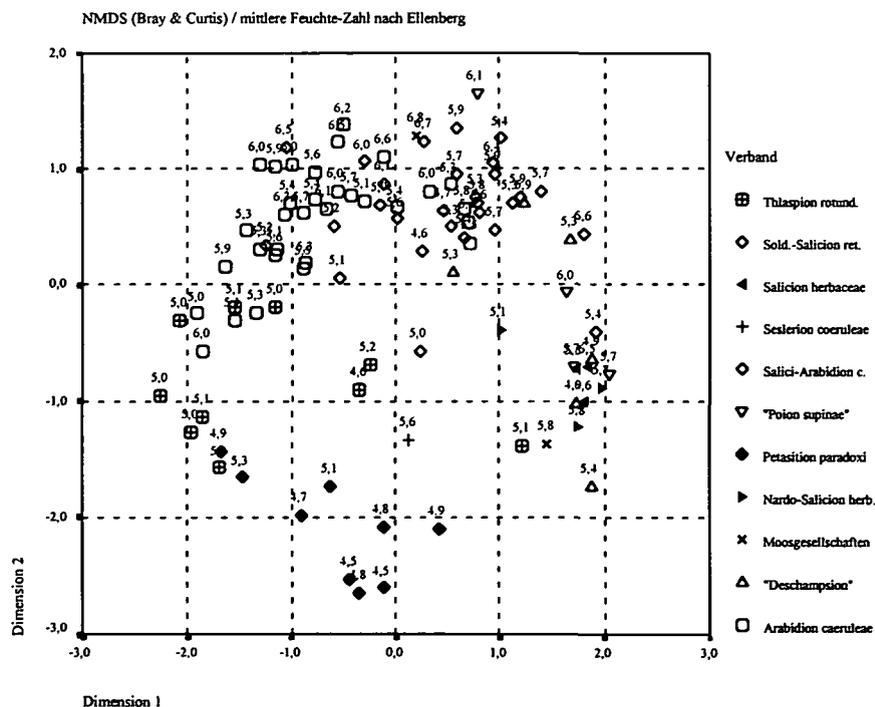


Abb. 68: Nichtparametrische multidimensionale Skalierung von 98 Zufallsaufnahmen der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften mit zugeordneter Feuchtezahl in der Darstellung von Dimension 1 und 2.

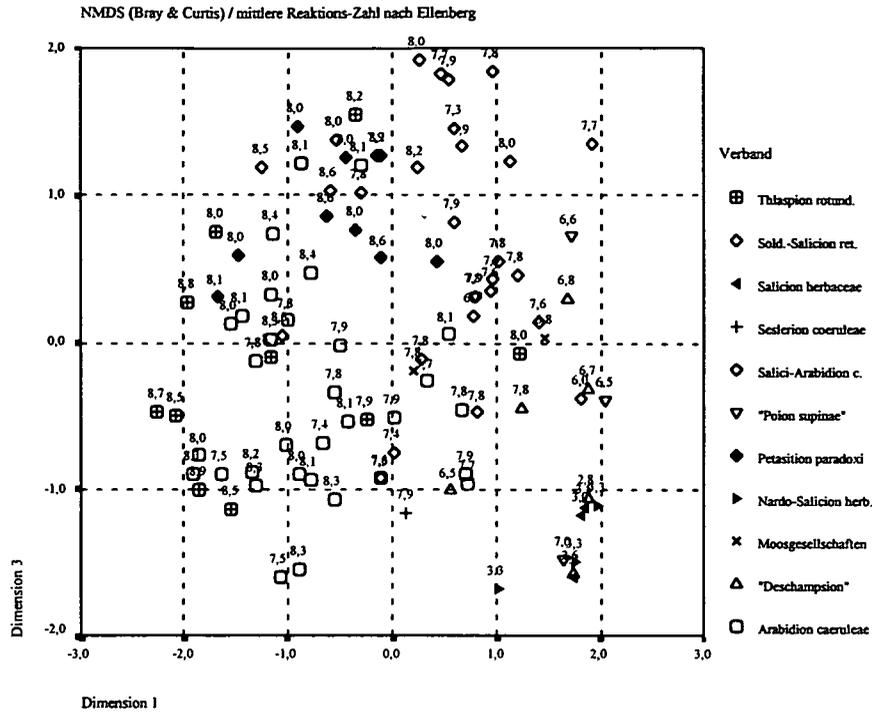


Abb. 69: Nichtparametrische multidimensionale Skalierung von 98 Zufallsaufnahmen der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften mit zugeordneter Reaktionszahl in der Darstellung von Dimension 1 und 3.

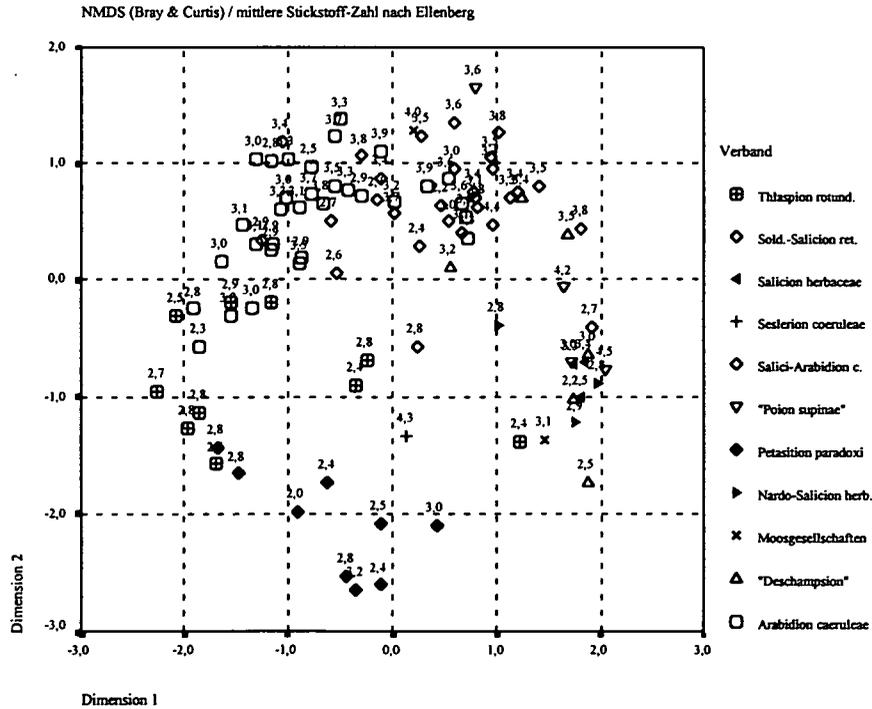


Abb. 70: Nichtparametrische multidimensionale Skalierung von 98 Zufallsaufnahmen der Kalkschutt- und Schneebodengesellschaften mit zugeordneter Stickstoffzahl in der Darstellung von Dimension 1 und 2.

### Kanonische Korrelationsanalyse

Aus der Korrelation der Standortfaktoren Seehöhe, Exposition und Inklination sowie der bestandseigenen Parametern „Größe der Vegetationsaufnahme“ (Flächengröße) und Deckungsverhältnisse (vgl. *Tab. 30*) wird ein indirekter Zusammenhang von Flächengröße der erhobenen Bestände und der Deckung von Kryptogamen bzw. der Gesamtdeckung auffällig. Dies läßt sich dadurch erklären, daß offene Bestände (wie z. B. Schutthalden), die zumeist auch arm an Kryptogamen sind, auf einer entsprechend größeren Flächeneinheit erhoben wurden, um eine möglichst vollständige Artenliste zu erreichen. Die negative Korrelation von Gesamtdeckung und Neigung ist auf die zunehmende Schuttaktivität bei stärkeren Neigungsverhältnissen zurückzuführen.

Die positive Korrelation von Gesamt- und Kryptogamendeckung stellt vermutlich eine Besonderheit der betrachteten Vegetationstypen dar, in denen geschlossene Bestände (bei zumeist guten Feuchteverhältnissen) auch zugleich reich an Moosen sind. Die kanonische Korrelation selbst wurde mit den Standortparametern und den Achsen der Hauptkomponentenanalyse (vgl. Kap. „Hauptkomponentenanalyse der Zufallsauswahl („40%-random sample“);“ p. 125) durchgeführt.

Die Korrelationsmatrix der Standortparameter mit den Hauptkomponenten der PCA (*Tab. 31*) zeigt den geringen Informationsgehalt, den diese Parameter in bezug auf die entsprechenden Achsen aufweisen. Seehöhe und Flächengröße sind erst für die sechste Hauptkomponente von Bedeutung (abgeschwächt auch für die dritte). Die Deckungsverhältnisse sind für (dritte) sechste und siebente Komponente informativ, während die Expositionsverhältnisse mit dem Cosinus (als Ausdruck der Ost- oder West-Orientierung) bzw. dem Sinus (Nord- gegen Süd-Präferenz) keinen wesentlichen Informationsbeitrag leisten.

Die kanonischen Achsen werden nach der kanonischen Korrelation (vgl. *Tab. 32, Tab. 33, Tab. 34*) mit den Standorts- und Bestandsparametern in bezug auf die PCA-Achsen so verschoben, daß diese jeweils auf mehrere Achsen laden. Die höchste floristische Information der ersten drei Hauptkomponenten wird so zerstreut und auf mehrere kanonische Achsen verteilt. Die ersten beiden Achsen der CCA zeigen sich darüberhinaus mit mehreren der Standortparameter korreliert und weisen keine unabhängige Erklärungsmöglichkeit auf.

Auf eine graphische Darstellung wird verzichtet, die Interpretation ermöglicht zwar Detailaussagen für manche Gesellschaften, bleibt aber für eine Gesamtdarstellung ungeeignet.

*Tab. 30: Korrelationen zwischen den topographischen Parametern Seehöhe, Inklination, Exposition sowie den bestandsbeschreibenden Parametern Flächengröße, Deckung der Kryptogamen und Gesamt-Deckung.*

Parameter	Seehöhe	Inklination	Sin(Exp.)	Cos(Exp.)	Flächen- größe	Deckung Kryptog.	Deckung gesamt
Seehöhe	1,0						
Inklination	0,07	1,0					
Sin(Exp.)	-0,17	-0,07	1,0				
Cos(Exp.)	-0,12	0,01	-0,10	1,0			
Flächen- größe	0,05	0,14	0,02	-0,01	1,0		
Deckung Kryptog.	-0,14	-0,11	-0,05	0,15	-0,33	1,0	
Deckung gesamt	-0,09	-0,35	-0,11	0,05	-0,41	0,47	1,0

Tab. 31: Korrelationen zwischen den Hauptkomponenten 1-8 der PCA und den topographischen Parametern Seehöhe, Inklination, Exposition sowie den bestandsbeschreibenden Parametern Flächengröße, Deckung der Kryptogamen und Gesamt-Deckung.

PCA-Achse	Seehöhe	Inklination	Sin(Exp.)	Cos(Exp.)	Flächen- größe	Deckung Kryptog.	Deckung gesamt
PCA 1	0,22	-0,13	-0,09	0,05	-0,01	0,14	0,23
PCA 2	-0,10	0,01	0,07	-0,07	-0,07	-0,09	0,15
PCA 3	<b>-0,26</b>	-0,09	0,01	-0,06	-0,01	0,12	<b>0,25</b>
PCA 4	0,21	-0,24	-0,08	-0,15	0,12	-0,18	0,19
PCA 5	-0,11	0,01	-0,01	0,08	-0,07	0,30	0,09
PCA 6	<b>0,40</b>	-0,13	-0,08	-0,01	<b>-0,41</b>	0,16	<b>0,31</b>
PCA 7	-0,15	-0,17	0,01	0,13	-0,19	<b>0,25</b>	<b>0,35</b>
PCA 8	0,09	0,10	-0,07	-0,19	-0,01	-0,11	-0,05

Tab. 32: Kanonische Ladungen für die Hauptkomponenten der PCA auf die kanonischen Achsen.

PCA-Achse	Kanon.1	Kanon.2	Kanon.3	Kanon.4	Kanon.5	Kanon.6	Kanon.7
PCA1	<b>-,431</b>	-,075	,030	<b>-,495</b>	,120	<b>-,696</b>	,194
PCA2	-,055	-,071	<b>,377</b>	<b>,592</b>	-,176	<b>-,542</b>	<b>-,294</b>
PCA3	,032	<b>-,450</b>	<b>,493</b>	,103	<b>,401</b>	,124	-,141
PCA4	<b>-,398</b>	<b>,340</b>	<b>,619</b>	<b>-,317</b>	,001	<b>,341</b>	-,178
PCA5	,042	<b>-,465</b>	-,237	-,235	<b>,448</b>	,018	<b>-,425</b>
PCA6	<b>-,774</b>	-,006	<b>-,391</b>	<b>,359</b>	,054	,197	-,212
PCA7	-,224	<b>-,618</b>	,161	,069	<b>-,257</b>	,205	<b>,593</b>
PCA8	-,022	<b>,292</b>	,045	<b>,325</b>	<b>,709</b>	-,032	<b>,503</b>

Tab. 33: Kanonische Ladungen für topographische und bestandseigene Parameter auf die kanonischen Achsen.

Parameter	Kanon.1	Kanon.2	Kanon.3	Kanon.4	Kanon.5	Kanon.6	Kanon.7
Seehöhe	<b>-,463</b>	<b>,342</b>	-,178	-,078	,020	-,022	-,002
Inklination	<b>,284</b>	,096	-,159	,106	,059	-,072	,006
Sin(Exp.)	,123	-,054	,015	,063	-,084	-,015	-,030
Cos(Exp.)	,021	-,199	-,155	-,090	-,142	-,022	,015
Flächen- größe	<b>,315</b>	,199	,195	-,226	,002	-,033	-,002
Deckung Kryptog.	-,144	<b>-,441</b>	-,189	-,085	,075	,001	-,004
Deckung gesamt	<b>-,489</b>	<b>-,343</b>	,203	,037	,018	-,008	,003

Tab. 34: Erläuterungsanteil der kanonischen Achse an den Hauptkomponenten (PCA) bzw. den topographischen und bestandseigenen Parametern (GEO).

Kan. Achse	PCA	GEO
Kanon.1	,125	,177
Kanon.2	,127	,239
Kanon.3	,126	,102
Kanon.4	,125	,110
Kanon.5	,122	,121
Kanon.6	,124	,108
Kanon.7	,126	,144

Tab. 35: Korrelation zwischen mittleren Zeigerwerten (Berechnung über den gruppierten Median).

Zeigerwert	L	T	K	F	R	N	S
L	1,0						
T	-0,27	1,0					
K	-0,42	0,01	1,0				
F	-0,46	0,01	0,18	1,0			
R	0,47	-0,08	-0,10	-0,29	1,0		
N	-0,44	0,26	0,02	0,58	-0,17	1,0	
S	-0,03	0,10	0,03	0,06	-0,12	0,29	1,0

Tab. 36: Korrelation zwischen mittleren Zeigerwerten (Berechnung über den gruppierten Median) und den Hauptkomponenten der PCA.

PCA-Achse	L	T	K	F	R	N	S
PCA1	-0,22	-0,05	-0,05	0,23	-0,66	-0,01	-0,04
PCA2	-0,02	0,01	-0,06	-0,11	0,05	-0,04	-0,00
PCA3	-0,32	0,29	0,04	0,02	-0,39	0,08	-0,02
PCA4	0,15	-0,17	-0,27	-0,08	-0,18	0,15	0,05
PCA5	-0,40	-0,01	0,31	0,00	-0,16	0,06	-0,01
PCA6	-0,13	-0,37	-0,01	0,35	-0,10	0,22	0,04
PCA7	-0,35	0,05	0,12	0,34	-0,05	0,37	-0,03
PCA8	0,12	-0,25	-0,05	-0,23	0,10	-0,20	0,00

Tab. 37: Kanonische Ladungen für die Hauptkomponenten der PCA auf die kanonischen Achsen.

	Kanon.1	Kanon.2	Kanon.3	Kanon.4	Kanon.5	Kanon.6	Kanon.7
PCA1	,788	-,051	-,249	-,075	-,409	-,008	,308
PCA2	-,052	-,066	,022	,252	,113	,730	-,064
PCA3	,440	-,471	,108	,030	,296	,324	-,352
PCA4	,239	,344	-,461	,242	,712	-,199	,017
PCA5	,198	-,135	,564	,600	,011	-,441	-,098
PCA6	,225	,744	,200	,007	-,233	,174	-,504
PCA7	,150	,248	,581	-,288	,349	,178	,580
PCA8	-,117	,138	-,135	,655	-,221	,257	,420

In einem zweiten Durchlauf wurden die Zeigerwerte (inklusive Salzzahl) mit derselben Methode analysiert. Dabei zeigt sich die mittlere Lichtzahl der Gesellschaften bezüglich aller anderen Zeigerwerte (vgl. Tab. 35) ebenso wie die Feuchtezahl mit der Stickstoffzahl deutlich korreliert, was bereits aus den Ordinationsdiagrammen ersichtlich wurde (vgl. Abb. 59 bis Abb. 63). Die Korrelationsanalyse von Zeigerwerten und Hauptkomponenten der PCA macht den hohen Informationsgehalt der Reaktionszahl bezüglich der ersten Hauptkomponente deutlich. Eine abgeschwächte Korrelation zeigt sich jedoch auch mit der dritten PCA-Achse, so daß Säure- und Basenverhältnisse nicht nur für die floristische Varianz der ersten PCA-Achse verantwortlich gemacht werden können. Die weiteren Zeigerwerte zeigen sich verteilt über die dritte bis achte PCA-Achse (vgl. Tab. 36). Eine standortsökologisch unabhängige Einschätzung und Interpretation der Hauptkomponenten ist demnach nicht möglich. Die Streuung der Ladungen der PCA-Achsen über mehrere kanonische Achsen wird auch hier wieder auffällig, die mittleren Licht-, Temperatur-, Kontinentalitäts-, Feuchte- und Stickstoffzahlen müssen als Erklärung für mehrere kanonische Achsen herangezogen werden. Verbessert ist dagegen die Ladung der mittleren Reaktionszahl, die eine fast vollständige Korrelation mit der ersten kanonischen Achse erreicht und – erstaunlich genug – auch die der

Salzzahl, der keine gesellschaftsdifferenzierende oder standortserklärende Bedeutung zugemessen werden konnte (Tab. 37, Tab. 38, Tab. 39). Durch die kanonische Korrelation von Standortparametern und Zeigerwerten mit Hauptkomponenten (mit ihrem abnehmendem Informationsgehalt bezüglich floristischer Kriterien) zeigt sich, daß analysierten Standortfaktoren (der Seehöhe, Exposition und Inklination) sowie auch (die über Vegetationsaufnahmen berechneten) mittleren Zeigerwerte (L, T, K, F, R, N, S) nicht allein ausschlaggebend für die floristische Variation und somit auch für die Standortabhängigkeiten der Gesellschaften von Schuttfluren und Schneeböden im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen sein können.

Tab. 38: *Kanonische Ladungen für mittlere Zeigerwerte (Berechnung über den gruppierten Median) auf die kanonischen Achsen.*

Zeigerwert	Kanon.1	Kanon.2	Kanon.3	Kanon.4	Kanon.5	Kanon.6	Kanon.7
L	-,532	,148	-,812	-,063	-,057	-,137	,103
T	-,004	-,749	,168	-,459	,389	,142	-,170
K	-,001	-,199	,613	,095	-,276	-,706	-,043
F	,398	,417	,437	-,658	-,185	-,003	-,100
R	-,962	,155	,078	-,024	,030	,144	,149
N	,242	,362	,409	-,375	,654	-,072	-,263
S	-,032	,079	-,053	,033	,062	-,066	-,990

Tab. 39: *Erklärungsanteil der kanonischen Achsen an den Hauptkomponenten (PCA) bzw. den mittleren Zeigerwerte (ZEIG; Berechnung über den gruppierten Median).*

	Kanon.1	Kanon.2	Kanon.3	Kanon.4	Kanon.5	Kanon.6	Kanon.7
PCA	,125	,125	,125	,125	,125	,125	,125
ZEIG	,204	,137	,204	,114	,100	,081	,160

Die negative Korrelation von Inklination und Bestandesdeckung weist auf den zusätzlichen Einfluß der Substratbeweglichkeit hin, Licht-, Feuchte- und Temperaturverhältnisse deuten an, daß Schneebedeckung bzw. Abschmelzvorgänge als eigenständige und wichtige Standortfaktoren zu werten sind, die über Schätzparameter besser direkt in die Analyse eingebunden werden sollten. Größte Bedeutung – zumindest für den Vergleich zwischen Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen – und höchster Informationsgehalt unter den indirekt ermittelten Faktoren muß der Reaktionszahl als Zeiger für Bodenazidität bzw. Basensättigung zugesprochen werden. Sie ist auch primär verantwortlich für die floristische Trennung von „Schneetälchen“ und „Schneewiesen“ über Silikat bzw. Schiefergesteinen einerseits und Kalkschuttfluren und Schneebodengesellschaften über Kalksubstraten andererseits. Die Methode der (indirekten und direkten) Gradientenanalyse mit den Ellenberg-Zahlen gibt zwar gute Interpretationshilfen, kann aber über die einfachen Faktorenmuster, wie sie sich in den Zeigerwerten (mit insgesamt nur sechs bzw. sieben Parametern) ausdrücken, nur einen geringen Teil der floristische Variabilität der betrachteten Vegetationstypen erklären<sup>9</sup>.

Doch diese Gesellschaftsvariabilität und die Unterschiedlichkeit der Standortverhältnisse ist gerade für die Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen der Kalkschuttfluren und -schneeböden charakteristisch, wie aus Tab.A-C deutlich wird. Andere Faktoren, wie Schneebedeckung, Substratbedingungen (v. a. Schuttverteilung und -beweglichkeit), geologische Verhältnisse, etc. spielen aber in so komplexer Weise zusammen, daß eine tiefgreifendere Analyse erst in weiteren Arbeiten im Anschluß an diese dargestellt werden kann.

<sup>9</sup> Die Verwendbarkeit der ökologischen Zeigerwerte bei der Betrachtung der alpinen Vegetation bleibt jedoch unbestritten (vgl. HEISELMEYER 1985).

## Diskussion

### Numerische Analyse und syntaxonomische Schlußfolgerungen

Die hier angeführten Überlegungen sind auf der Basis der vorliegenden Daten zu sehen, die – wenngleich umfangreich – doch nur einen Teil der Standortvielfalt selbst nur der alpinen Stufe repräsentieren. Die Schlußfolgerungen können daher nur für diese offenen Standortbereiche in einem komplexen und multifaktoriellen Beziehungsgefüge gelten. Eine Übertragbarkeit auf Vegetationstypen, die durch wenige Standortfaktoren geprägt sind (wie etwa Moorgesellschaften mit Hydro-, Nährstoff- und Säureregime als Standortfaktoren) ist nicht ohne weiteres möglich.

Die Analyse der Kalkschneeböden aus den Nördlichen Kalkalpen im Vergleich mit Schneebodengesellschaften über Kalk- und Silikatsubstraten im gesamten Ostalpenraum zeigt die Problematik der Syntaxonomie bei großräumigen Vergleichen von offenen und artenarmen Vegetationstypen, die einen zum Teil recht hohen Anteil an Endemiten aufweisen können. Charakterarten im Sinne der Lehre von BRAUN-BLANQUET (1928, 1964) sind vor allem auf dem Rang von Assoziationen rar, dennoch sind einzelne Gesellschaftsgruppen und Gesellschaften durch eine „charakteristische“ Kombination von Arten ausgezeichnet, die in herkömmlicher Terminologie als Differentialarten und transgressive Charakterarten zu bezeichnen wären (vgl. WENDELBERGER 1962, MUCINA 1993). Dies setzt jedoch voraus, daß höhere syntaxonomische Niveaus auch tatsächlich eine natürliche Gruppierung von Vegetationstypen widerspiegeln. Dies wird durch die Ergebnisse der Clusteranalyse tatsächlich auch in allen Ansätzen nahegelegt, wenngleich sich die Umgrenzungen der Clustergruppierungen (Gesellschaften) zu größeren Einheiten vor allem in ihren „Randbereichen“ verschieben, wodurch Übergangsgesellschaften dokumentiert werden. Diese Einheiten höheren Niveaus können als Verbände innerhalb der gängigen syntaxonomischen Gliederung angesprochen werden. Diese Verbände zeichnen sich durch eine hohe Zahl von Arten aus, die auf diese beschränkt bleiben und seltener auch zusätzlich besondere Standortbedingungen (-veränderungen) in anderen Gesellschaften außerhalb des jeweils zur Betrachtung stehenden Verbandes anzeigen. Diese verbandsdiagnostischen Arten sind also als Charakterarten im klassischen Sinn zu bezeichnen.

Die Assoziation als die klassische Einheit der Syntaxonomie soll gemäß des Beschlusses des Botaniker-Kongresses von Amsterdam 1935 (vgl. Braun-Blanquet 1964, Oberdorfer 1977) über eigene Kennarten verfügen mit einem eindeutigen Schwerpunkt (Treuestufe IV und V). Deren gibt es jedoch nicht allzu viele. Schutt- und Schneebodengesellschaften mangelt es dabei in besonderem Maße an Charakterarten. Würde man daher auf Assoziationsniveau das Konzept der Gliederung mit Kennarten weiter verfolgen, würde dies zu einer extrem weiten Fassung von Assoziationen führen, die selbst Gegner eines „splittings“ und der damit verbundenen „Inflation höherer Einheiten“ (PIGNATTI 1968; vgl. auch OBERDORFER 1980) in Zweifel bringen muß. So ist das „*Thlaspeetum rotundifolii*“ im Sinne Wendelberger's (WENDELBERGER 1962, 1971) zwar streng auf der Basis von Charakterarten definiert, das Ergebnis ist jedoch eine Assoziation, die eine Vielzahl von stark unterschiedlichen Standortseinheiten umfaßt und so den Rahmen der Assoziation sprengt.

Die vorliegenden Ergebnisse bringen auffallend zutage, daß eine Vielzahl von herkömmlichen Assoziationscharakterarten nicht als solche Verwendung finden können, sondern diese in

verschiedenen Standortsbereichen auftreten und zum Teil geographisch verschiedenes Verhalten (Ost-West oder Nord-Süd-„Verschiebungen“) zeigen, wie dies beispielsweise bei *Leontodon montanus*, *Doronicum grandiflorum*, *Rumex nivalis* oder *Saxifraga androsacea* ersichtlich ist. Andere Assoziationen müßten eine so weitgehende Bedeutungsveränderung erfahren, daß einerseits Namensgebung und -verwendung stark gewöhnungsbedürftig wären, andererseits eine inhaltliche Belegung hinsichtlich der Standortsansprüche dieser Gesellschaften nicht mehr mit realen Verhältnissen in Einklang zu bringen wäre.

Mit *Arabis caerulea* läßt sich das in geeigneter Weise darstellen. (Theoretisches) Optimum und durchwegs konstantes Auftreten zeigt diese Art im Rumici-Arabidetum caeruleae, das mit *Rumex nivalis* und einer Reihe anderer Arten zumindest für die Nördlichen Kalkalpen gut charakterisiert ist. Daneben ist *Arabis caerulea* namensgebend für eine hochstaudenreiche Gesellschaft (z. B. mit *Cirsium spinosissimum* und *Doronicum grandiflorum*) tieferer Lagen der westlichen Kalkgebiete der Ostalpen, in der sie selbst zwar fehlen kann, die aber dennoch durch eine Reihe von Arten diagnostizierbar ist (Arabidetum caeruleae Braun-Blanquet 1918). Weiters ist sie als hochstete Art in einer ins Arabidetum caeruleae miteinbezogenen Gesellschaft zu finden, welche fälschlicherweise als Hinweis auf die syngenetischen Beziehungen von Salicion herbaceae und Arabidion caeruleae erhalten mußte (Salici-Arabidetum herbaceae), jedoch Ausdruck von eigenen (humusreicheren, schwach bis mäßig versauernden) Standortbedingungen über Kalksubstraten ist. In einer Kalkschutt-Schneebodengesellschaft der höheren alpinen Lagen im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen und Niederen Tauern (Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae mit Typus im Dachsteingebiet) machen sich arealgeographische Phänomene bemerkbar, wobei neben einer Reihe konstanter Arten in typischer Kombination quer durch die Nordalpen die namensgebenden Arten eine West-Ost-Differenzierung andeuten, zugleich in einem breiten Gebiet der mittleren Kalkalpen (Tennengebirge bis Totes Gebirge) aber durchwegs einheitlich miteinander auftreten. Eine weitere Untergliederung der Gesellschaft kann dennoch nicht nahegelegt werden.

Nur wenige Assoziationen – wie etwa das Crepidetum terglouensis innerhalb des Thlaspion rotundifolii, das Campanulo pullae-Achilleetum clusianae innerhalb des Arabidion caeruleae, oder das Cardamino-Anthelietum juratzkanae des Salicion herbaceae – könnten als auf enge Standortsbereiche spezialisierte oder endemische Assoziationen beibehalten werden und müßten weitgefaßten Assoziationen gegenübergestellt werden, die beinahe die gesamte Breite der standörtlichen und geographischen Variabilität innerhalb des Verbandes repräsentieren würden. Andererseits würden in den Tabellen ausweisbare Gesellschaftseinheiten, die als Pflanzengesellschaften von „bestimmter floristischer Zusammensetzung, einheitlichen Standortbedingungen und einheitlicher Physiognomie“ definierbar aber ohne Charakterarten sind, in die Bedeutungslosigkeit degradiert, obgleich sie als solche auch im Gelände ansprechbar und mit großer ökologischer Aussagekraft ausgestattet wären. Zöonologisch gesättigte Gesellschaften (vgl. KOPECKY 1978) mit Arten, die mit großer Gesellschaftstreue an diese gebunden sind, wären im Falle der untersuchten Vegetationsbestände die Ausnahme. Es muß daher von einer Definition der Assoziation nach Charakter- und Differentialarten abgegangen werden. Stattdessen wird hier ein Konzept verfolgt, das sich an Zentral- und Randassoziationen („Assoziationskerne“ von Gesellschaftsgruppen) orientiert (vgl. DIERSCHKE 1994, GLAVAC 1996) und diese gleichberechtigt neben die Fassung von Gebietsassoziationen (OBERDORFER 1968) stellt.

Assoziationen werden in der Folge dann ausgeschieden, wo charakteristische Artenkombinationen mit einer geeigneten Anzahl an diagnostischen Arten diese hinreichend definieren, was schon früher im Leitsatz „fünf gute Differentialarten sind besser als eine schwache Charakterart“ (vgl. WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1980) ausgedrückt wurde. Auf

eine nur mehr schwer nachvollziehbare Unterscheidung von Differential- und Charakterarten zur Definition der Assoziationen kann verzichtet werden. Dies auch deshalb, weil Charakterarten schon immer als spezielle Kategorie unter den Differentialarten gegolten haben (vgl. WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1982, MUCINA 1993). Wesentlicher scheint die Aufgabe, die „diagnostischen Arten“ einer Assoziation auf ihre regionale oder allgemeine Gültigkeit (im gesamten Verbreitungsgebiet der Assoziation), auf ihre ökologische Indikation und auf ihre arealgeographische und historische Bedeutung hin zu überprüfen (vgl. PAWLOWSKI 1969 und SCHUHWERK 1990). Zur Fassung der Gruppe diagnostischer Arten bieten die numerischen Methoden – nicht nur bei großen Datenmengen – geeignete Entscheidungshilfen um die Struktur und floristische Ausstattung der Vegetationsbestände auch unter dem Gesichtspunkt der Gesellschaftsgliederung zu analysieren.

Das Konzept der Vegetationsgliederung beruht auch auf Assoziationsniveau auf den Ergebnissen der Clusteranalyse und steht in Übereinstimmung mit den nachfolgend durchgeführten Teststatistiken. Die Gruppierung erfolgt auf dabei auf der gesamten Artengarnitur unter Berücksichtigung der Abundanzverhältnisse. Diese Vorgangsweise erfährt dadurch eine Bestätigung, daß solcherart gefaßte Gesellschaften auf einheitlichen Ähnlichkeitsniveaus (Proximitätsmaß: Similarity Ratio) voneinander abtrennbar sind und mit traditionell „händisch“ sortierten Tabellen vergleichbar sind. Wo verschiedene Ansätze der numerischen Klassifikation Verschiebungen in der Umgrenzung der Aufnahmegruppen zutage brachten, kann dies generell als Ausdruck der komplexen floristischen als auch standortsökologischen Übergänge gelten. Die Gesellschafts-Übergänge werden dabei in breiten, schwer abgrenzbaren Punktwolken in den Ordinationsverfahren sichtbar.

Auf eine Fassung von Subassoziationen – obgleich in manchen Fällen vielleicht gerechtfertigt – wird verzichtet, da dies nur zu einer Fülle von neuen, bindenden Namen führen würde und die ökologische Stichhaltigkeit – zum Teil auch bedingt durch noch ausstehende Analysen – nicht hinreichend abgesichert scheint. Stattdessen wird bei der Untergliederung von Assoziationen und Gesellschaften einheitlich von „Ausbildungen“ gesprochen, die z. T. durch kurze Charakterisierung hinsichtlich ihrer Standorts- und Verbreitungsverhältnisse näher beschrieben werden.

Wenn auch EGGENSBERGER (1994) meint, daß innerhalb des *Salicetum herbaceae* eine Unterscheidung in Form von Subassoziationen für Zentral- bzw. Nordalpen (vgl. SEIBERT 1977) nicht anzustreben ist, da diese Rangstufeneinheit eher standörtlich-lokal als geographisch verstanden werden sollte (vgl. OBERDORFER 1968, MATUSKIEWICZ & MATUSKIEWICZ 1981), so ist gerade diese Gesellschaft ein falsch verstandenes Beispiel. Den das *Salicetum herbaceae* in der Fassung von SEIBERT (1977) oder SMETTAN (1981) muß zusammen mit dem *Arabidetum caeruleae* subass. *salicetosum herbaceae* in seiner geographisch-standortsökologischen (!) Fassung nach EGGENSBERGER (1994) aufgrund seiner floristischen Eigenständigkeit als eigene Assoziation über Kalken mit schwacher Humusansammlung neu beschrieben werden (s. u.).

Ist die Zusammenfassung von Gesellschaften und Assoziationen zu Einheiten des nächsthöheren Niveaus zu Verbänden noch vorgegeben und kann auch durch eine ausreichende Zahl gemeinsamer Arten abgesichert werden, fällt es schwer, eine weitere Hierarchisierung in die oberen und obersten Rangstufen des pflanzensoziologischen Systems (Ordnungen, Klassen und Klassengruppen) vorzunehmen. Dabei liegt es nicht so sehr an Arten, die Gesellschaften und Gesellschaftsgruppen verschiedener Verbände verbinden könnten, sondern daran, daß diese Arten in großer Zahl vorhanden sind, jedoch Beziehungen eines Verbandes zu verschiedenen anderen Verbänden anzeigen. Betrachtet man das *Arabidion caeruleae* als Ausgangspunkt solcher Vergleiche, so finden sich in wechselnder

Zusammensetzung Artengruppen, die auf die syndynamischen Beziehungen zu den Silikatschneeböden (*Salicion herbaceae*), den Kalkschutt- und -felschneerasen (*Soldanello alpinae-Salicion retusae*) als auch den Kalkschuttfluren (*Thlaspion rotundifolii*) und den subalpin-alpinen Weiderasen (*Alchemillo-Poion supinae*) hinweisen. Eine Zusammenfassung zweier (oder mehrerer) Verbände – bedingt durch gemeinsame Charakterarten – und Abgrenzung gegen die übrigen – begründet durch ausreichende, floristische Unterschiede – muß dabei als nicht zulässig abgelehnt werden. Folgerichtig muß auf eine Charakterisierung höherer Einheiten verzichtet werden. Gebräuchliche standortsbeschreibende Formationsbegriffe der deutschen (oder englischen, etc.) Sprache (etwa alpine Kalk- und Silikatrasen, Schuttfluren, ...), aber auch die erwähnten Verbandsbezeichnungen können weiterhin Verwendung finden und machen es in entsprechend generalisierter Weise möglich, ökologische Inhalte damit zu verknüpfen. Nicht sinnvoll scheint es dagegen, diese Begriffe – ebenso wie die Ordnungen und Klassen der syntaxonomischen Gliederung – als ein hierarchisches Gebilde mit definierbaren Gesellschaftsgruppen in Deckung zu bringen.

### **Die Pflanzengesellschaften**

Die Benennung der Syntaxa orientiert sich am Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur (BARKMAN & AL. 1986). Wichtige Synonyme werden nach den Gesellschaftsbezeichnungen angeführt, spätere Homonyme und illegitime oder nicht wirksam veröffentlichte Namen (vgl. MUCINA 1993) sind unter Angabe des entsprechenden Artikels des „Codes“ als ungültig bezeichnet.

Weitere nomenklatorische und syntaxonomische Bemerkungen sowie die grundsätzliche ökologische Charakterisierung der Pflanzengesellschaften sind in der Regel ENGLISCH (1993) und ENGLISCH & AL. (1993) zu entnehmen, nur wo sich neuere Befunde (beispielsweise bei der Umgrenzung von Syntaxa) ergeben, werden diese auch ausgeführt. Eine Liste der Pflanzengesellschaften der Kalk- und Silikatschneeböden mit ausführlicher syntaxonomischer Klärung ist in Vorbereitung (ENGLISCH in prep.). Die bisherige Zuordnung zu Ordnungen wird neben den Verbandsnamen in Klammern angegeben, verbandscharakterisierende Arten werden einheitlich als diagnostische Artenkombination (DAK; abgesicherte Kenntaxa mit dem Zusatz „char.“) angeführt.

Assoziationen wurden nur dann als neu beschrieben, wenn die Gruppierung ausreichend homogen, durch eine charakteristische Artenkombinationen hinreichend abgesichert, mit einer ausreichend großen Anzahl (vgl. Empfehlung 7A des Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur) an Aufnahmen belegt und ihre Nomenklatur nach derzeitigem Kenntnisstand eindeutig geklärt werden konnte. Die weitere Auftrennung der Assoziationen (und z. T. auch von Gesellschaften) in „Ausbildungen“ hat keine weiteren nomenklatorischen Folgen. Sie sind in den meisten Fällen (vor allem inhaltlich, d. h. bezüglich ihrer Standortsökologie) noch zu wenig abgesichert, als daß sie als Subassoziationen beschrieben werden könnten.

Die Verbände des *Petasion paradoxum* und *Cystopteridion* und ihrer Gesellschaften – obgleich in der Analyse mit ca. 250 Aufnahmen mitberücksichtigt – werden hier nicht weiter ausgeführt, da die Beziehungen zu den Gesellschaftseinheiten der Schneeböden bei weitem schwächer ausgeprägt sind, als ursprünglich vermutet.

### **Thlaspion rotundifolii Jenny-Lips 1930 em. Zollitsch ex Lippert 1966**

[Thlaspietalia rotundifolii]

DAK: *Achillea oxyloba* (char.), *Arabis alpina*, *Arabis bellidifolia*, *Arabis vochinensis*, *Campanula cochlearifolia*, *Cerastium carinthiacum*, *Cerastium uniflorum*, *Cerastium latifolium*, *Doronicum grandiflorum*, *Galium megalospermum*, *Leontodon montanus*, *Linaria alpina*, *Minuartia austriaca*, *Moehringia ciliata*, *Papaver alpinum* subsp. *alpinum*, *Papaver alpinum* subsp. *ernesti-mayeri*, *Papaver alpinum* subsp. *kernereri*, *Papaver alpinum* subsp. *rhaeticum*, *Papaver alpinum* subsp. *sendtneri*, *Poa minor*, *Pritzelago alpina* subsp. *alpina*, *Pritzelago alpina* subsp. *austroalpina*, *Ranunculus traunfellneri*, *Rumex nivalis*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga aphylla*, *Saxifraga hohenwartii*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga sedoides*, *Sedum atratum*, *Silene vulgaris* subsp. *glareosa*, *Soldanella minima*, *Taraxacum panalpinum*, *Thlaspi minimum*, *Thlaspi rotundifolium* subsp. *rotundifolium* (char.), *Tortella tortuosa*, *Tortula norvegica*, *Trisetum distichophyllum*, *Valeriana elongata*, *Veronica aphylla*.

Nomenklatorische Bemerkung: Die Emendation des *Thlaspion rotundifolii* beruht auf der Abtrennung des *Petasitetum paradoxum* und *Athamanto-Trisetetum distichophyllum* mit Aufstellung des Verbandes *Petasition paradoxum* durch ZOLLITSCH (1966; Art.1) und dessen gültige Veröffentlichung in LIPPERT (1966).

Die einzelnen Gesellschaften der alpinen Kalkschuttfuren werden an anderer Stelle (ENGLISCH in prep.) ausführlicher behandelt, so daß hier von einer Typisierung noch Abstand genommen wird und die Assoziationen somit noch unvollständig und provisorisch beschrieben werden.

### Thlaspietum rotundifolii Jenny-Lips 1930

Non: *Thlaspietum rotundifolii* Lippert 1966 und zahlreicher Autoren der Ostalpen

Das *Thlaspietum rotundifolii* der Nördlichen Kalkalpen bedarf einer tiefgreifenden Korrektur. Schon die Gesellschaft von BRAUN-BLANQUET (1926) wurde für eine Namensgebung verworfen (vgl. ENGLISCH & AL. 1993), nun stellt sich heraus, daß das auf Aufnahmen von JENNY-LIPS (1930) basierende *Thlaspietum rotundifolii* mit den Gesellschaften der Nordostalpen nicht vergleichbar ist. Das *Thlaspietum rotundifolii* im Sinn von JENNY-LIPS (1930) ist eine artenreiche Gesellschaft mit stetigem Auftreten von *Doronicum grandiflorum* und einigen westalpin verbreiteten Sippen und reicht in den Nordostalpen nicht weiter als bis zu den Lechtaler Alpen.

### Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii ass. nov. prov.

Die deutlich artenärmere Gesellschaft auf aktiven Kalkschutthalden mit langer Schneebedeckung wird als neue Assoziation beschrieben. Sie findet sich – noch gemeinsam mit dem *Thlaspietum rotundifolii* – bereits in den Lechtaler Alpen auf entsprechend stärker bewegten Schuttströmen bei geringen bis fehlenden Feinerdeansammlungen und tritt quer durch die gesamten Nordostalpen bis zum Wiener Schneeberg auf. Optimale Bedingungen findet sie auf großen Schutthalden mit mittelgrobem und feinem Kalkschutt in Höhen von 2000 bis 2500 m. Im Toten Gebirge und den Gesäusebergen ist eine *Cerastium carinthiacum*-Ausbildung mit *Papaver alpinum* subsp. *alpinum* unterscheidbar, die zur *Moehringia ciliata*-*Campanula pulla*-Ges. des *Arabidion caeruleae* vermittelt. In den Südalpen – hier jedoch ohne *Papaver alpinum* subsp. *alpinum* – finden sich Bestände, die aufgrund ihrer Ähnlichkeit ebenfalls dieser Ausbildung anzuschließen sind.

Thlaspio-Rumicetum scutati ass. nov. prov.

Die vielfach beschriebenen „subass. rumicetosum scutati“ des *Thlaspietum rotundifolii* können aufgrund ihrer eigenen floristischen Ausstattung und der Bindung an tiefergelegene Standorte gleichfalls als eigene Assoziation abgetrennt werden. Zum Teil fehlt *Thlaspi rotundifolium* den Beständen völlig, was einige Autoren veranlaßt hat, diese als *Rumicetum scutati* zu beschreiben (z. B. WENDELBERGER 1962, 1971). Der Name gehört jedoch zu einer *Stipion calamagrostis*-Ges. und hat mit subalpinen Ausprägungen der durch *Moehringia ciliata*, *Achillea atrata* und *Rumex scutatus* geprägten Schutthalden kaum etwas gemeinsam. Beschreibungen finden sich aus den Südalpen (POLDINI & MARTINI 1993) ebenso wie aus weiten Teilen der Nordalpen (z. B. HAUPT 1985, EGGENSBERGER 1994, HÖRANDL unveröff.). Neben den bereits beschriebenen Schuttfluren der Südalpen ist noch das *Papaveri kernerii*-*Thlaspietum kernerii*, eine Gesellschaft der Karawanken (vgl. AICHINGER 1933, WRABER 1970) und das *Papaveri julici*-*Thlaspietum rotundifolii* der Julischen Alpen (vgl. WRABER 1970, 1971, POLDINI & MARTINI 1993) zu nennen. Beschreibungen führen über diese Arbeit hinaus und können den angegebenen Publikationen bzw. ENGLISCH & AL. (1993) entnommen werden.

Doronicetum grandiflori Thimm 1953

*Doronicum grandiflorum* allein kann nicht als Kennart zur Charakterisierung einer homogenen Gesellschaft herangezogen werden. Zum einen tritt die Gemswurz dominant im *Thlaspietum rotundifolii* Jenny-Lips 1930 (s. u.) auf und charakterisiert diese Gesellschaft mit einer Reihe weiterer (westalpiner) Arten. Übergänge zu verschiedensten Ausbildungen an stärker schneeбетonten Standorten mit *Saxifraga androsacea* und *Rumex nivalis* (*Rumici-Arabitetum caeruleae* (Jenny-Lips 1930) Oberd. 1957) sind vor allem über mergeligen und schieferigen Substraten nicht selten.

Zum anderen bildet *Doronicum grandiflorum* eine eigenständige Gesellschaft in frischen, aber grobschuttreichen und Kalkregschuttfluren. Diese Gesellschaft deckt sich weitestgehend mit der von THIMM (1953) gefaßten.

Das „*Doronicetum grandiflori*“ nach GAMS (1927) und dessen abweichende Verwendung ist nach Theurillat (schriftl. Mitt.) für nomenklatorische Überlegungen nicht heranzuziehen,

Das *Arabis alpina*-*Doronicum grandiflorum*-Ges. nach LIPPERT (1966) stellt eine stark abweichende, subalpine Gesellschaft dar. Weitere Untersuchungen zu dieser bislang nur schlecht dokumentierten Gesellschaft scheinen notwendig.

„Leontodontetum montani“ s. lat.

Noch weniger als *Doronicum grandiflorum* ist *Leontodon montanus* an eine einzige Gesellschaft gebunden, wie das bereits früh beschriebene und als Gesellschaftsbezeichnung häufig verwendete „*Leontodontetum montani*“ glauben machen könnte. Schon SEIBERT (1977, 1992) erwähnt jedoch eine nordalpine Rasse, die von der der Schweizer Autoren abweicht. Im Vergleich zeigt sich, daß das *Leontodontetum montani* Jenny-Lips 1930 als *Leontodon montanus*-Ausbildung ins *Thlaspietum rotundifolii* (sensu JENNY-LIPS 1930) zu inkludieren ist oder sogar eine eigene nordwestalpine Gesellschaft darstellt. Nordostalpine und südalpine Ausbildungen sind ebensowenig einheitlich oder als übereinstimmbare Gesellschaften zu bewerten. Mehrere Gesellschaften können ausgeschieden werden:

Eine *Leontodon montanus*-*Carex parviflora*-Ges. mit *Ranunculus alpestris*, *Campanula pulla*, *Arabis bellidiastrum*, *Carex parviflora*, *Salix retusa* und *Saxifraga stellaris* zeigt noch deutliche Beziehungen zu Schneebodengesellschaften.

Ein *Cerastio latifoliae-Leontodontetum montani* ass. nov. prov. kann als Gesellschaft der Allgäuer und Lechtaler Alpen von Hornsteinkalken beschrieben werden. Die *Leontodon montanus*-Ges. BRAUN-BLANQUET (1926), als „Variante des *Thlaspeetum rotundifolii*“ bezeichnet, steht dieser Assoziation vergleichsweise nahe.

Das südalpine Pendant wird als „*Leontodontetum montani*“ von POLDINI & MARTINI (1993) und vorher schon von WRABER (1971) beschrieben. Die Artengarnitur würde möglicherweise die Aufstellung einer eigenen Assoziation rechtfertigen.

Das *Leontidetum montani* subass. von *Valeriana supina* Wikus 1960 ist größtenteil dem *Papaveretum rhaetici* zuzuordnen.

Übergänge zwischen verschiedenen Gesellschaftsgruppen innerhalb des *Thlaspion rotundifolii* werden durch die *Doronicum grandiflorum-Geum reptans*-Gesellschaft mit *Thlaspi rotundifolium* und *Leontodon montanus* als Begleiter verdeutlicht.

Die Verwendung des Namens *Leontodontetum montani* muß noch grundsätzlich überdacht werden; die Originalbeschreibung von JENNY-LIPS (1930) bezieht sich auf verschiedene Ausbildungen, die dem *Thlaspietum rotundifolii* zuzurechnen sind bzw. zum Teil dem *Saxifragetum biflorae* Zollitsch 1968 (*Drabion hoppeanae*) nahestehen. Da wie geschildert die *Leontodon montanus*-Assoziationen darüberhinaus mit stark voneinander abweichenden Bedeutung belegt sind (vgl. die anschließende „Die Pflanzengesellschaften der Kalkschuttfuren und Schneeböden“, p. 178 sowie QUANTIEN & NETIEN 1940, OBERDORFER 1950, WIKUS 1959-61, WRABER 1970, 1971, KÜNG 1980, POLDINI & MARTINI 1993, HERTER 1990) scheint eine Verwerfung des Namens nach Art.36 unumgänglich. Eine Neugliederung wird notwendig.

#### *Saxifraga-Cerastietum latifoliae* ass. nov. prov.

Aus den Lechtaler Alpen kann eine hochalpine Schuttpioniergesellschaft beschrieben werden, die sich durch *Pritzelago alpina subsp. alpina*, *Saxifraga aphylla* und *Cerastium latifolium* auszeichnet und in artenarmer Ausbildung über Rätalk und Hornsteinkalken auftritt. Das *Thlaspietum rotundifolii* der Allgäuer Alpen (OBERDORFER 1950) und „*Thlaspeetum rotundifolii cerastiosum latifolii*“ der Glarner Alpen (JENNY-LIPS 1930) kann hier angeschlossen werden.

Die folgenden Gruppe von Gesellschaften, verdeutlicht die starken Beziehungen der Südalpen-Schuttfuren zu den Kalkschuttschneeböden des *Arabidion caeruleae*. Sie sind aber noch eindeutig dem *Thlaspion rotundifolii* zuzurechnen. Diese umfassen die *Arabis alpina-Saxifraga sedoides*-Ges., das *Saxifragetum hohenwartii*, und das *Saxifragetum moschatae*.

#### *Arabis alpina-Saxifraga sedoides*-Ges.

Mit Vorkommen am Mittagkogel und am Dobratsch stellt diese Gesellschaft (Tab. G, Gruppe 9) eine Schuttflur von südalpischer Prägung dar, die durch die *Thlaspion*-Arten *Pritzelago alpina subsp. alpina*, *Achillea atrata*, *Moehringia ciliata* und *Campanula cochleariifolia* charakterisiert und mit *Saxifraga sedoides* und *Arabis alpina* gegen die folgenden Schuttgesellschaften differenziert ist. Die Kryptogamen *Pseudoleskeella catenulata*, *Ditrichum flexicaule*, *Ptychodium plicatum* und *Distichum capillaceum* sind regelmäßige Begleiter.

#### *Saxifragetum hohenwartii* Aich. 1933

Die Assoziation ist von AICHINGER (1933) und wiederum von HÖRANDL (1993) beschrieben. Durch *Saxifraga hohenwartii* – eine Art mit engumgrenztem Areal in den östlichen

Karawanken – ist die Gesellschaft eindeutig charakterisiert, weitere konstante Elemente sind *Campanula cochleariifolia*, *Poa minor*, *Soldanella minima*, *Moehringia ciliata*, *Poa alpina* und *Cerastium carinthiacum*, sowie die auf stabilere oder sogar felsige Standorte hindeutenden Arten *Valeriana elongata* und *Cystopteris alpina*.

#### Saxifragetum moschatae Haderlapp 1982 (Art.5)

Die im wesentlichen durch *Saxifraga moschata*, *Saxifraga hohenwartii*, *Sesleria albicans* und *Pritzelago alpina* subsp. *alpina* charakterisierte Gesellschaft, stellt unter den Südalpen-Schuttfluren eine Besonderheit dar und ist nur durch drei Aufnahmen von HADERLAPP (1982) belegt. Der Assoziationsrang muß sich durch weitere Funde erst bestätigen.

Die folgenden Gesellschaften verdeutlichen die Übergänge zwischen dem Thlaspion rotundifolii und dem Arabidion caeruleae. Sie fallen beim Vergleich unterschiedlicher numerischer Analyseverfahren durch ihr „sprunghaftes Verhalten“ von einem Vegetationsverband zum anderen auf.

#### Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges.

Die *Moehringia ciliata-Campanula pulla*-Ges. in der *Cerastium carinthiacum*-Ausbildung, verdeutlicht die Schwierigkeiten der Abtrennung der Arabidion- von Thlaspion rotundifolii-Gesellschaften. Sie ist vor allem in subalpinen Lagen vertreten, in denen die Schneebedeckung durchschnittlich kürzer ist und findet sich in nordseitigen Dolinenhängen des Höllengebirges, in beschatteten Schuttstreifen des Gosaukammes und am Hochschwab in Trichterdolinen der Dullwitz. Hier anzuschließen ist die *Thlaspi alpinum-Campanula pulla*-Ges., die GREIMLER (1991) aus der Hochtorguppe beschreibt.

#### Cerastium carinthiacum-Juncus monanthos-Ges.

Ebenso eine Übergangsstellung zum Thlaspion nimmt diese Gesellschaft (mit *Juncus monanthos*, *Moehringia ciliata*, *Tortella tortuosa*, *Ranunculus alpestris*, *Silene pusilla*, *Cerastium carinthiacum*, *Veronica aphylla*, *Viola biflora*) ein, die aus dem Höllengebirge beschrieben wird sowie in Aufn.491 der Tab.4 von GREIMLER (1991) aus dem Gesäuse. Die Bestände von *Juncus monanthos* auf Schuttstandorten bleiben weiterhin zu untersuchen (vgl. auch SMETTAN 1981).

#### Veronico-Hutchinsietum Beguin 1972

Praktisch nicht einzuordnen und ohne vergleichbare Gesellschaften im gesamten Ostalpenraum ist das Veronico-Hutchinsietum Beguin 1972 des Schweizer Jura, das durch die Artenkombination von *Pritzelago alpina* (subsp. ?), *Veronica alpina*, *Soldanella alpina* und *Viola biflora* gekennzeichnet ist.

#### **Arabidion caeruleae Braun-Blanquet 1926 em. Englisch hoc loco**

[Arabidetalia caeruleae]

DAK: *Achillea atrata*, *Achillea clusiana*, *Alchemilla fissa*, *Arabis alpina*, *Arabis bellidifolia*, *Arabis caerulea*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Campanula pulla*, *Carex parviflora*, *Cerastium carinthiacum*, *Crepis aurea*, *Cystopteris alpina*, *Doronicum grandiflorum*, *Festuca rupicaprina*, *Galium noricum*, *Gentiana bavarica*, *Gnaphalium hoppeanum*, *Moehringia ciliata*, *Papaver alpinum* subsp. *kernerii*, *Persicaria vivipara*, *Poa minor*, *Pohlia obtusifolia*, *Pohlia wahlenbergii*, *Potentilla brauneana* (char.), *Preissia quadrata*, *Pritzelago alpina* subsp. *alpina*, *Pseudoleskeella catenulata*, *Ranunculus montanus*, *Rumex nivalis*, *Sagina*

*saginooides*, *Sanionia uncinata*, *Saxifraga androsacea*, *Saxifraga sedoides*, *Saxifraga stellaris*, *Sedum atratum*, *Soldanella austriaca* (char.), *Taraxacum carinthiacum*, *Taraxacum panalpinum*, *Tortella norvegica*, *Tortella tortuosa*, *Trichostomum brachydontium*, *Valeriana elongata*, *Veronica alpina* subsp. *pumila*, *Viola biflora*

Nom. Typus: Arabidetum caeruleae Br.-Bl. 1918

Nom. Bemerkung: Die Emendation betrifft die Abtrennung der *Salix retusa*-dominierten Kalkschneeböden als eigenen Verband (Soldanello alpinae-Salicetum retusae). BRAUN-BLANQUET (1926) hatte diese mit dem Salicetum retusae-reticulatae im Arabidion caeruleae inkludiert.

Das Arabidion caeruleae umfaßt den Teil der bisher beschriebenen Gesellschaften von Kalkschutt-schneeböden, die sich nach Abtrennung der *Salix retusa*-dominierten Kalkschneeböden (siehe Soldanello alpinae-Salicetum retusae) und der humos-sauren *Arabis caerulea*-*Salix herbacea*-Gesellschaftsgruppen sich als floristisch recht gut definiert präsentieren. Offene Fragen betreffen vor allem die südalpine Schneebodengesellschaft des *Ranunculo traunfellneri*-*Rumicetum nivalis* mit ihrer Mittlerstellung zu Kalkschuttfluren und Kalkschneerasen.

Nicht dokumentiert sind hier – wenngleich vorhanden – die Beziehungen zu *Drabion hoppeanae*-Gesellschaften. Durch die speziellen Bodenbedingungen von basenreichen Kalk- und Kalkglimmerschiefern der Tauernhülle – etwa hoher Basen- und Mineralstoffgehalt bei basischen bis subneutralen Bedingungen, ausgeglichenes Hydroregime und instabile Ruh- bis Regschuttböden mit fein- bis mittelgrober, plattiger Schutzzusammensetzung und vielfach größere Feinerdeakkumulationen (vgl. ZOLLITSCH 1968, 1969) – tritt über diesen Substraten eine Reihe von Arten in wiederkehrender Weise auf, die eine Abgrenzung der *Drabion hoppeanae* und *Arabidion caeruleae*-Gesellschaften im Großen und Ganzen unproblematisch werden lassen (vgl. etwa das „Arabidetum caeruleae“ sensu FRIEDEL 1956).

Eine in der Clusteranalyse abgetrennte, aber hier nicht weiter charakterisierte „*Potentilla brauneana*-*Pohlia* sp.“-Ges. deutet auf die Problematik der Beurteilung moosreicher Bestände hin, wenn Exaktheit der Bestimmungen und Vollständigkeit der Angaben zu Kryptogamen von verschiedenen Autoren nicht vergleichbar sind.

#### Arabidetum caeruleae Braun-Blanquet 1918

Non: Arabidetum caeruleae sensu Lippert 1966 und zahlreicher anderer Autoren der Ostalpen

Nom. Typus: Braun-Blanquet 1918: p.62, „Arabidetum caeruleae“, 1 Aufn.; siehe auch Tab. D (im Anhang), Aufn. BB01, Spalte 138 (Synholotypus); Rätische Alpen.

Die bisher als Arabidetum caeruleae beschriebenen Gesellschaften stellen sich als wenig einheitlich dar. Das auf dem Typus von BRAUN-BLANQUET (1918; vgl. ENGLISCH & AL. 1993) beruhende Arabidetum caeruleae ist eine Gesellschaft, die durch die Artenkombination von *Doronicum grandiflorum*, *Pritzelago alpina* subsp. *alpina*, *Saxifraga stellaris*, *Ranunculus montanus*, *Soldanella alpina*, *Arabis alpina*, *Cratoneuron commutatum* subsp. *falcatum* und *Cirsium spinosissimum* gekennzeichnet ist. *Saxifraga androsacea* ist bei hoher Stetigkeit von *Ranunculus alpestris* und *Achillea atrata* vergleichsweise schwach vertreten, auch *Arabis caerulea* kann den Beständen fehlen. BRAUN-BLANQUET (1918) führt darüberhinaus *Leontodon montanus* in seiner Aufnahme an. Wie die Clusteranalysen anzeigen, ist diese Assoziation in einer engen Umgrenzung von anderen, ähnlichen Gesellschaften (z.B. *Campanulo pullae*-Arabidetum caeruleae; siehe dort) auf Assoziationsrang abzutrennen.

Hierherzustellen sind die *Arabis alpina*-*Ranunculus alpestris*-Ges. von URBAN (1991), ein Teil des Arabidetum caeruleae von EGGENSBERGER (1994; Aufn.10 und 11) und von SMETTAN (1981) und die zu Beginn als *Doronicum grandiflorum*-Variante der *Saxifraga*

*androsacea-Achillea atrata*-Ges. eingestuftem Vegetationsbestände aus dem Dachsteingebiet. Insgesamt präsentiert sich das Arabidetum caeruleae als „Marginalassoziation“ (vgl. DIERSCHKE 1981) des Verbandes mit Beziehungen zu Grobschuttfloren und eindringenden Hochstauden, in den westlichen Nordostalpen mit Vorkommen in den niedrigeren Gebirgsketten Nordtirols und Bayerns.

#### Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae ass. nov. hoc loco

Syn.: Campanulo pullae-Achilleetum atratae sensu WENDELBERGER 1962 (Art.2b); Arabidetum caeruleae sensu Lippert 1966 und zahlreicher anderer Autoren der Nordostalpen

Non: Campanulo pullae-Achilleetum atratae Greimler & Dirnböck 1996

Nom. Typus: Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae, „*Campanula pulla-Silene pusilla*-Ausbildung“, Aufn. 0558, Tab. D (im Anhang), Spalte 36 (Synholotypus hoc loco); Dachsteinplateau "Auf dem Stein", Fuß des Kratzers, 2120 m, N-exp., Inkl. 30°, Qu.8548/1, 02.08.1992.

Die übrigen als „Arabidetum caeruleae“ bezeichneten Bestände aus weiten Teilen der Nordostalpen sowie das „Campanulo pullae-Achilleetum atratae“ sensu WENDELBERGER (1962) gruppieren sich zu einer vergleichsweise gut strukturierten Gesellschaft, welche durch die konstant auftretenden Arten *Saxifraga androsacea*, *Ranunculus alpestris* und *Achillea atrata* gekennzeichnet ist. Weitere hochstete gesellschaftsaufbauende Arten sind *Pritzelago alpina subsp. alpina*, *Saxifraga stellaris* sowie mit geringer Deckung und Stetigkeit *Myosotis alpestris*, *Poa alpina* und *Veronica alpina*. *Campanula pulla* und *Arabis caerulea* treten in den mittleren Nordostalpen (Dachstein, Tennengebirge; vgl. *Campanula pulla-Achillea atrata*-Ass. subass. *Arabis caerulea* in WENDELBERGER 1962) sowie in den Schladminger Tauern gemeinsam auf, *Arabis caerulea* ist dabei gegen Osten hin schwächer vertreten und wird mit abfallender Höhe zunehmend durch *Campanula pulla* und *Silene pusilla* verdrängt. *Campanula pulla* erreicht im Tennengebirge die Westgrenze ihrer Verbreitung und fehlt den Beständen etwa der Leoganger Steinberge (GUMPELMAYER 1967), der Mieminger Kette (WEBER 1981) oder den Allgäuer Alpen (HERTER 1990).

Für die alpinen *Arabis caeruleae*-Gesellschaften der Nordostalpen muß ein neuer Name gefunden werden, da das Campanulo pullae-Achilleetum atratae durch die Veröffentlichung durch GREIMLER & DIRNBÖCK (1996) – mit lediglich einer einzigen Aufnahme – eine bedauerlicherweise stark abweichende Typisierung bekommen hat und mit keiner der *Arabis caerulea*- oder *Campanula pulla*-Ges. verglichen werden kann (vgl. Tab D).

Es wird hier der Name Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae vergeben, um die Betonung auf die nordostalpine Verbreitung der Gesellschaft zu legen, die zugleich in damit recht gut übereinstimmender Ausbildung auch westlich des Areals von *Campanula pulla* (als „*Arabis caerulea*-Ausbildung“) auftritt.

Analog zum Arabidetum caeruleae Braun-Blanquet 1918 der westlichen Teile der Nördlichen Kalkalpen findet sich als deutlich subalpine Schneebodengesellschaft eine *Saxifraga androsacea-Achillea atrata*-Ges. vor allem in frischen bis abtrocknenden Dolinenhängen und (halb)schattigen, schuttbedeckten Felsabsätzen des mittleren Nordalpengebietes (Dachstein, Höllengebirge). Unter den Gefäßpflanzen ist nur ein Grundstock an Verbandskenarten vertreten, sowohl *Campanula pulla* als auch *Arabis caerulea* fehlen weitgehend, dafür treten Kryptogamen wie *Pseudoleskeella catenulata*, *Sanionia uncinata*, *Cratoneuron filicinum subsp. filicinum*, *Ptychodium plicatum*, *Bryum pseudotriquetrum* oder *Pohlia wahlenbergii* konstant auf. Unter frischeren Bedingungen auf Ruhschutt kann es zum Eindringen von faziesbildender *Luzula glabrata* kommen.

### Rumici-Arabetum caeruleae (Jenny-Lips 1930) Oberd. 1957

Syn.: Arabidetum caeruleae rumicosum nivalis Jenny-Lips 1930

Nom. Typus: Jenny-Lips 1930: p.232, „Arabidetum coeruleae rumicosum nivalis“, Tab.5, Aufn.8; siehe auch Tab. D (im Anhang), Aufn. JL08, Spalte 210 (Synlectotypus in Englisch & al. 1993: 311); Glarner Alpen.

Diese Gesellschaft kann als die am besten abgegrenzte Assoziation innerhalb des Verbandes bezeichnet werden. Die typische Artenkombination umfaßt neben *Arabis caerulea* und *Rumex nivalis* sowohl Schutzzeiger wie *Achillea atrata*, *Moehringia ciliata*, *Silene acaulis* und *Arabis bellidifolia* als auch mit *Sagina saginoides*, *Cerastium cerastoides*, *Veronica alpina* und *Salix herbacea* Arten, die bei bereits fortgeschrittener Bodenentwicklung auf feuchte und nur schwachbewegte Schuttböden hindeuten. Die Kennarten höherer Einheiten wie *Gnaphalium hoppeanum*, *Potentilla brauneana*, *Carex parviflora*, *Saxifraga androsacea* und *Ranunculus alpestris* sind mit großer Konstanz vertreten, was dieser Gesellschaft die Bedeutung der Zentralassoziation des Verbandes zukommen läßt (vgl. DIERSCHKE 1994). Das „Arabidetum coeruleae normale“ Jenny-Lips 1930 ist in diese Assoziation miteinzubeziehen und läßt sich als *Linaria alpina-Saxifraga oppositifolia*-Ausbildung ansprechen, in der *Rumex nivalis* mit geringerer Deckung auftritt. Auch das Rumicetum nivalis nach LÜDI (1921; Art. 2b) kann hierher gestellt werden, wenngleich Deckungsangaben fehlen.

In den Nördlichen Kalkalpen ist diese Gesellschaft in den Lechtaler und Allgäuer Alpen und mit einer großen Areallücke erst wieder im Toten Gebirge zu finden, wo es durch HÖRANDL (unveröff.) mit Aufnahmen belegt ist.

### Campanulo pullae-Achilleetum clusianae Wendelberger et Englisch ass. nov. hoc loco

Basionym.: *Achillea clusiana-Campanula pulla*-Ass. Wendelberger 1971 (Art.2b)

Nom. Typus: Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, „Soldanella austriaca-Ausbildung“, Tab. D (im Anhang), Aufn. 0196, Spalte 243 (Synholotypus hoc loco); Schneeberg, Ostabfall des Vestenkogels, 1920 m, NE-exp., Inkl. 10°, Qu.8260/2, 11.08.1990.

Die erst spät von WENDELBERGER (1971) beschriebene Assoziation mit *Campanula pulla* und *Achillea clusiana* unterstreicht die schlechte Kenntnis der Schneebodenvegetation vor allem im Gebiet der nordöstlichsten Kalkalpen – auch trotz der Arbeiten von EPPINK (1981), GREIMLER (1991), GREIMER & DIRNBÖCK (1996), DIRNBÖCK & GREIMLER (1997). Die Verbreitung dieser Gesellschaft steht in engem Zusammenhang mit den Arealen von *Achillea clusiana*, *Soldanella austriaca* und *Thlaspi alpestre* im östlichen Arealbereich von *Campanula pulla*. Diese Arten können zugleich als diagnostische Arten der Gesellschaft herangezogen werden. Ausgeprägt ist die Vorliebe für frische, feinschuttreiche und nur schwach bewegte Schutthänge oder beschattete Felsabsätze mit Schuttauflage.

Die *Arabis caerulea*-Ausbildung der Gesellschaft besiedelt die extremsten Schuttschneeböden im Rax-Schneeberg-Gebiet mit der vergleichsweise längsten Schneebedeckung. Im Toten Gebirge markiert diese Ausbildung eine Zwischenstellung zwischen Campanulo pullae-Achilleetum clusianae und Campanulo pullae-Arabetum caeruleae.

Eine *Arabis alpina-Pritzelago subsp. alpina*-Ausbildung mit *Poa minor* und abnehmende Präsenz von *Achillea clusiana* stellt sich über größerem Substrat ein und erfährt einen stärkeren Einfluß durch *Thlaspi rotundifolii*-Elemente.

Beziehungen zum Soldanello alpinae-Salicion retusae zeigen sich über die *Achillea clusiana*-Ausbildung des Potentillo-Homogynetum discoloris Aichinger 1933 (siehe dort), die sich in ebener Lage und in Mulden über schwach bodensauren Bedingungen in subalpiner bis unteralpiner Lage einstellt.

Dem Campanulo pullae-Achilleetum clusianae floristisch nahestehend, aber auf deutlich niedrigerem Ähnlichkeitsniveau abgetrennt, ist die *Saxifraga stellaris-Soldanella austriaca*-Ges. (mit einer *Luzula glabrata-Campanula pulla*- und einer *Doronicum calcareum-Achillea atrata*-Ausbildung). Die mit mittlerer Stetigkeit begleitenden Arten *Silene pusilla*, *Salix retusa*, *Saxifraga aizoides*, *Silene acaulis*, *Achillea atrata*, *Sedum atratum* und *Arabis alpina* weisen auf die ungünstigeren Substratbedingungen mit gröberem und bewegterem Schutt und schlechterer Wasserversorgung hin.

#### Saxifragetum stellaro-sedoidis ass. nov. hoc loco

Basionym: *Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides*-Ges. Greimler 1991 (Art.1, 3c)

Syn. *Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides*-Ges. Greimler 1997 (Art.3c)

Nom. Typus: Saxifragetum stellaro-sedoidis, „*Silene pusilla-Soldanella austriaca*-Ausbildung“, Tab. G (im Anhang), Aufn. 0638, Gruppe 4 (Synholotypus hoc loco); Hochschwab, Graf-Meran-Weg NE Rotgangkogel, 1985 m, NE-exp., Inkl. 50°, Qu.8356/4, 21.09.1992.

Bereits GREIMLER (1991, 1997) hat die Sonderstellung einer *Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides*-Ges. in den Gesäusebergen erkannt, die durch HÖRANDL (1993) und ihre Vergleiche mit südalpinen *Saxifraga sedoides*- und *Saxifraga hohenwartii*-Gesellschaften eine vertiefende Analyse erfahren hat. Die ökologischen Ansprüche dieser Assoziation können durch ihre Bindung an schattige Felsnischen und feinschuttreiche Dolinenhänge beschrieben werden. Die Dauer der Schneebedeckung beträgt bis zu zehn Monate.

In Tab. G sind die *Saxifraga sedoides*-Gesellschaften der Nördlichen und Südlichen Kalkalpen zusammen- und den moosreichen *Saxifraga stellaris*-Gesellschaften gegenübergestellt. Die Beziehungen zum Arabidion caeruleae wird mit den Arten *Saxifraga androsacea*, *Poa alpina*, *Achillea atrata*, *Saxifraga stellaris* subsp. *robusta* und *Ranunculus alpestris* deutlich. Die Kryptogamen *Cratoneuron filicinum*, *Preissia quadrata* und *Tortula tortuosa* ergänzen das Bild. Über die Arten *Bryum pseudotriquetrum*, *Pseudoleskeella catenulata* und *Tortula norvegica* sind auch die Moosgesellschaften (Gruppe 1: *Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata*-Ges.; Gruppe 2: *Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris*) mit dem Saxifragetum stellaro-sedoidis und dem Arabidion caeruleae verbunden.

Die *Saxifraga sedoides*-Fluren und *Saxifraga stellaris*-Fluren erfahren eine recht deutliche geographische Differenzierung. Die beiden angesprochenen Moosgesellschaften sind bislang nur in den mittleren und östlichen Nordostalpen bekannt, während das Saxifragetum stellaro-sedoidis in den östlichen Nordostalpen und den mittleren Südalpen verbreitet ist und damit in Übereinstimmung mit zahlreichen Endemiten mit Süd-Nordost-Disjunktion (vgl. MERXMÜLLER 1952) steht.

Die *Achillea clusiana-Campanula pulla*-Ausbildung (Gruppe 3) ist eine Gesellschaftsausbildung der nordöstlichsten Kalkalpen und tritt nur im Hochschwabgebiet (Veitschalpe?) auf. *Ranunculus alpestris*, *Campanula pulla*, *Bryum pseudotriquetrum* und *Soldanella austriaca* bzw. *Achillea clusiana*, *Arabis bellidifolia*, *Trichostomum brachydontium* und *Thlaspi alpestre* differenzieren sie gegen die Südalpen- bzw. die zweite Nordalpenausbildung. Sie tritt vermehrt an schuttreichen, aber schneefeuchten Standorten auf. Die *Silene pusilla-Soldanella austriaca*-Ausbildung des Saxifragetum stellaro-sedoidis (Gruppe 4) stellt die zweite nordostalpine Gesellschaftsausbildung dar, die in Felsnischen und Felsabsätzen des Hochschwabs und der Gesäuseberge zu finden ist. *Silene pusilla*, *Arabis alpina*, *Soldanella austriaca* und *Encalpyta rhamnoides* sind die differenzierenden Arten.

In den mittleren Südalpen (Pragser Dolomiten, Lienzer Dolomiten, Karnische Alpen, Julische Alpen und westliche Karawanken) kann eine *Soldanella minima*-Ausbildung abgegrenzt

werden, in der südalpische Elemente (*Soldanella minima*, *Pritzelago alpina subsp. austroalpina*, *Achillea oxyloba*) vermehrt auftreten. Der floristische Bezug zu den Nordalpen ist aber noch so stark, daß keine eigene Assoziation abgegrenzt werden kann.

#### Ranunculo traunfellneri-Festucetum nitidae ass. nov. hoc loco

Syn.: *Saxifrago sedoidis*-*Arabidetum caeruleae* Wraber 1971 (Art.1); *Festuco violaceae*-*Rumicetum nivalis* Wraber 1971 (Art.1)

Nom. Typus: Wraber 1971: p.64, „*Festuco violaceae*-*Rumicetum nivalis*“, Tab.11, Aufn.4; siehe auch Tab. G (im Anhang), Aufn. WT54, Gruppe 8 (Synholotypus hoc loco); Juliske Alpe, Begunjski vrh.

Das *Ranunculo traunfellneri*-*Festucetum nitidae* ist aufgrund des steten Auftretens von *Saxifraga sedoides* in Tab. G miteinbezogen. Die Abtrennung vom zuvor beschriebenen *Saxifragetum stellaro-sedoidis* wird aber nur allzu deutlich. Die Assoziation ist auf die Julischen Alpen beschränkt, vermutlich aufgrund der hochalpinen Situation und den nur dort großflächig vorhandenen Schuttböden, die auch lange schneebedeckt bleiben.

Die *Saxifraga sedoides*-Ausbildung (Gruppe 7) umfaßt in Teilen das *Saxifrago sedoidis*-*Arabidetum caeruleae* von WRABER (1971) der stärker schuttbewegten Standorte, während die *Rumex nivalis*-Ausbildung das *Festuco violaceae*-*Rumicetum nivalis* WRABER (1971) und die Bestände des *Saxifrago sedoidis*-*Arabidetum caeruleae* auf Standorten mit stärkerer Humusansammlung beinhaltet. Diese *Rumex nivalis*-Ausbildung ist mit dem *Rumici-Arabidetum caeruleae* nicht zu vergleichen. Die allgemeinen klimatischen Bedingungen der Südalpen mit deutlich wärmeren und trockeneren Sommern könnten die Ursache für das Fehlen eigentlicher *Arabidion caeruleae*-Arten (vor allem *Saxifraga androsacea* und *Ranunculus alpestris*) sein, die Übergänge zur *Saxifraga sedoides*-Ausbildung sind fließend. Deutlich abgegrenzt ist die Gesellschaft auch gegen das *Saxifrago-Rumicetum nivalis* Horvat 1936 (vgl. HORVAT & AL. 1974). Zu prüfen bleibt in diesem Zusammenhang die Abgrenzung der Südalpen-Gesellschaften des *Arabidion caeruleae* gegen das *Saxifragion prenjae* Lakusic 1970 mit dem *Saxifragetum prenjae* Horvat 1931 und *Sagino-Gnaphalietum pichleri* Lakusic 1970 (vgl. HORVAT 1931, LAKUSIC 1968, LAKUSIC 1970)

Mehrere Begleitarten beider Ausbildungen, wie *Silene acaulis*, *Veronica aphylla*, *Salix retusa*, *Aster bellidiastrum* oder *Homogyne discolor*, vermitteln bereits zum *Soldanello alpinae*-*Salicion retusae*. Die Ergebnisse der Clusteranalysen legen aber eindeutig einen Anschluß ans *Arabidion caeruleae* und auch die Vereinigung der beiden Gesellschaften von Wraber auf Assoziationsrang nahe.

#### **Moosgesellschaften der Kalkschneeböden**

[ohne bisherige Zuordnung]

Die folgenden Moosgesellschaften stellen extreme Ausbildungen der Kalkschneeböden dar, deren Standortsbedingungen mit langer Schneebedeckung auf grob(blockig)em Kalkschutt oder Kalkfels charakterisiert werden können. Durch die oberflächliche Abtrocknung während der Vegetationsperiode bei oft voller Sonneneinstrahlung werden *Arabidion caeruleae*-Arten mit höheren Ansprüchen an die Feuchteverhältnisse verdrängt.

Eine Zuordnung zu beschriebenen Kryptogamengesellschaften (vgl. HÜBSCHMANN 1986) ist nicht möglich, so daß auch bei geringer floristischer Affinität zu den übrigen Gesellschaften eine Einordnung ins *Arabidion caeruleae* naheliegend ist. Besonders an der Gesellschaft des *Tortulo norvegicae*-*Saxifragetum stellaris* kann dies gut demonstriert werden (vgl. ENGLISCH 1999). Die Gesellschaftsstrukturen sind aus Tab. H und zugehöriger Legende ersichtlich.

### Sanionia uncinata-Gesellschaften

Die *Sanionia uncinata-Oncophorus wahlenbergii*-Ges. und *Sanionia uncinata-Distichum compactum*-Ges. (Tab. H, Gruppe 8 und 9) finden sich in Dolinenböden mit grobem bis blockigem Kalkschutt. Erstere kann mit zwei Aufnahmen aus dem Höllengebirge beschrieben werden, die letztere mit je zwei Aufnahmen aus dem Höllengebirge und vom Dachstein. Trotz langer Schneebedeckung (9-10 Monate) trocknen sie während der Vegetationsperiode bedingt durch den durchlässigen Untergrund stark ab und „verlieren“ die meso- bis hygrophilen *Arabidion caeruleae*-Verbandskenntarten.

### Bryum elegans-Ptychodium plicatum-Ges.

Ähnliches gilt für diese Gesellschaft (Tab. H, Gruppe 7), die auf Kalkgrobschutt mit zwei Aufnahmen vom Dachstein belegt werden kann. Die Schuttbewegung ist hier jedoch stärker als bei voriger Gesellschaft.

### Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris Englisch 1999

nom. Typus: Englisch 1999, Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris, Tab. 1, Aufn. 835; siehe auch Tab. H (im Anhang), Aufn.0835, Gruppe 4 (Synholotypus in Englisch 1998); Dachsteingruppe, Ostwand des Eselsteins, 2250 m, ESE-exp., Inkl. 20°, Qu. 8548/1, 14.08.1994.

Diese Gesellschaft läßt sich noch vergleichsweise gut dem *Arabidion caeruleae* zuordnen (vgl. Tab. H, Gruppe 4), ihre Beziehungen zum *Saxifragetum stellaris* sind bereits mit Tab. G dokumentiert. Sie kann aus dem Tennengebirge, dem Dachsteingebiet und vom Hochschwab mit insgesamt acht Aufnahmen nachgewiesen werden und tritt bei Schneedeckendauer von neun bis mehr als zehn Monaten am Grund von Dolinen mit schwach bewegtem Kalkfeinschutt auf.

### Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata-Ges.

Ebenso bereits in Tab. G miteinbezogen, ist diese Gesellschaft (Tab. H, Spalte 3) vom Hochschwab und Dachstein bekannt. Dieser und der vorigen Gesellschaften gemeinsam ist das konstante Auftreten von *Pritzelago alpina subsp. alpina*, *Saxifraga androsacea* und *Saxifraga stellaris*, wodurch der Anschluß an das *Arabidion caeruleae* noch deutlich erkennbar ist.

### Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii-Ges.

Konstantes Auftreten von *Saxifraga androsacea*, *Ranunculus alpestris*, *Pohlia wahlenbergii* und *Preissia quadrata* ermöglicht auch die Einordnung dieser Gesellschaft ins *Arabidion caeruleae* (Tab. H, Spalte 5). Durch *Distichum capillaceum* und *Ditrichum flexicaule* bzw. *Cirriphyllum crassinervium* und *Pohlia carnea* werden zwei Gruppen von Aufnahmen unterschieden, die beide an humosen Standorten nordexponierter Ruhschutt- und Dolinenhänge am Dachstein, im Höllengebirge und im Tennengebirge ausgebildet sind. Die Schneebedeckung beträgt durchschnittlich zehn Monate.

### Cratoneuron filicinum-Cratoneuron commutatum-Ges.

Vier Aufnahmen des *Arabidion caeruleae*, das SMETTAN (1981) aus dem Kaisergebirge beschreibt (Tab. H, Spalte 6) werden durch hervortretende Deckungswerte von *Cratoneuron filicinum* und *Cratoneuron commutatum* charakterisiert und zeigen nur mehr lose Bindungen ans *Arabidion caeruleae*.

### Saxifraga androsacea-Pohlia obtusifolia-Ges.

Vom Hochschwab wird eine Aufnahme mit *Pohlia obtusifolia* und hochdeckender *Anthelia juratzkana* (Tab. H, Spalte 2) von einem Dolinenboden mit starker Humusaufgabe angeführt. *Saxifraga androsacea*, *Arabis alpina* und *Campanula pulla* zeigen den Einfluß des Kalkuntergrundes noch deutlich an.

Weitere Gesellschaften, die durch eine hohe Deckung an Kryptogamen (*Bryum pseudotriquetrum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Preissia quadrata*) gekennzeichnet sind, können durch das stete Auftreten von *Saxifraga androsacea* mit hohen Deckungswerten charakterisiert werden und enthalten *Silene pusilla*, *Ranunculus alpestris*, *Pritzelago alpina subsp. alpina* oder *Achillea atrata* als weitere Arten. Sie können als *Saxifraga androsacea*-Gesellschaftsgruppe gefaßt werden, die dem *Campanulo pullae*-*Arabidetum caeruleae* nahestehen und in strukturierten Felsnischen, schuttreichen Bodenmulden oder auf Dolinenböden bei Dauer der Schneebedeckung bis zu elf Monaten entwickelt sind. Ihr Anschluß ans *Arabidion caeruleae* steht außer Zweifel.

### **Salici herbaceae-Arabidion caeruleae Englisch all. nov. hoc loco**

[*Arabidetalia caeruleae*]

DAK: *Achillea atrata*, *Alchemilla fissa* (char.), *Arabis bellidifolia*, *Campanula scheuchzeri*, *Carex parviflora*, *Ligusticum mutellina*, *Polytrichum juniperinum* (char.?), *Potentilla brauneana* (char.?), *Ranunculus alpestris*, *Ranunculus montanus*, *Sagina saginoides*, *Salix herbacea*, *Sanionia uncinata*, *Saxifraga androsacea*, *Soldanella pusilla*, *Veronica alpina*

Nom. Typus: *Salici herbaceae-Arabidetum caeruleae* Englisch 1999

Die Analysen legen mehrfach nahe, die humusreichen Schneebodengesellschaften über Kalksubstraten von entsprechenden Kalkschuttschneeböden des *Arabidion caeruleae* bzw. den Silikatschneeböden (*Salicion herbaceae* s. str.) abzutrennen. Eine Reihe von Arten kann dafür verantwortlich gemacht werden, die entweder gegen die Silikatschneetälchen (*Salicion herbaceae*) oder gegen Kalkschuttschneeböden (*Arabidion caeruleae*) differenzieren, namentlich: *Ligusticum mutellina*, *Salix herbacea* und *Soldanella pusilla* gegen das *Arabidion caeruleae*, *Achillea atrata*, *Campanula scheuchzeri*, *Carex parviflora*, *Ranunculus montanus* und *Saxifraga androsacea* gegen das *Salicion herbaceae*. *Alchemilla fissa*, *Potentilla brauneana* und *Polytrichum juniperinum* sind mehr oder weniger auf diesen Verband beschränkt, *Sanionia uncinata* und *Oncophorus virens* stellen weitere der Differenzierung dienende Arten dar.

Das *Salici herbaceae-Arabidetum caeruleae* ist die bislang einzige als Assoziation abgrenzbare Einheit, andere Aufnahmegruppen sind zu wenig abgesichert und können nur als Gesellschaften bezeichnet werden (z. B. die *Soldanella pusilla-Saxifraga androsacea*-Ges. vom Dachstein und den Schladminger Tauern oder die *Soldanella pusilla-Salix herbacea*-Ges. von den Ammergauer Bergen, vom Dachstein und aus dem Toten Gebirge).

### Salici herbaceae-Arabidetum caeruleae ass. nov. hoc loco

Syn.: *Salicetum herbaceae* sensu Söyrinki 1954 (inkl. subass. *potentilletosum brauneanae*); *Arabidetum caeruleae* sensu Br.-Bl. 1926; *Arabidetum caeruleae* subass. *salicetosum herbaceae* Eggensberger 1994 (Art.5)

Non: *Arabidetum caeruleae* Br.-Bl. 1918

Nom. Typus: *Salici herbaceae-Arabidetum caeruleae*, „*Pritzelago alpina-Salix retusa*-Ausbildung (nordalpin)“, Aufn.0464, Tab. E (im Anhang), Spalte 44 (Synholotypus hoc loco); Lechtaler Alpen Vorderseespitze, NW-Flanke, Klämmle, 2270 M, eben, Qu.8828/1, 16.08.1991.

Wiederholt wurden Salicetum herbaceae-Ausbildungen über Kalksubstraten oder *Arabis caerulea*-Gesellschaften mit eindringender *Salix herbacea* beschrieben (z. B. BRAUN-BLANQUET 1926, SÖYRINKI 1954, WIKUS 1960, vgl. auch OBERDORFER 1977), die die Übergänge von Arabidion caeruleae- und Salicion herbaceae-Gesellschaften dokumentieren und die Zusammenfassung in einer Klasse rechtfertigen sollten. Die Betrachtung erfolgte aber immer aus einer lokalen oder regionalen Sichtweise für Teilgebiete der Nördlichen Kalkalpen und berücksichtigten viel zu wenig typische Ausprägungen von *Salix herbacea*-Gesellschaften in Silikatgebieten. Durch den in der vorliegenden Arbeit großangelegten Vergleich von Schneebodengesellschaften wird die Eigenständigkeit besonderer *Arabis caerulea*-Ausbildungen mit Elementen der Silikatschneeböden (neben *Salix herbacea* z. B. *Sagina saginoides*, *Soldanella pusilla*) unter abnehmendem Karbonateinfluß deutlich. Die zunehmenden Versauerungserscheinungen des Bodens können dabei bedingt sein durch Humusansammlungen infolge der Einwaschung von Feinmaterial vor allem in der Zeit der Schneeschmelze oder durch besondere geologische Verhältnisse, wie etwa über basenreichen Mergeln oder Kreideschiefern. Durch *Achillea atrata*, *Arabis bellidifolia*, *Saxifraga androsacea*, *Ranunculus alpestris* und *Pritzelago alpina* subsp. *alpina* werden die Beziehungen zum Arabidion caeruleae deutlich.

Neben einer südalpinen Ausbildung (inkl. Arabidetum caeruleae typicum sensu Wikus 1960) kann eine Ausbildung der Zentralalpen (inkl. Arabidetum caeruleae sensu Braun-Blanquet 1926 und Lechner 1969) und eine der Nordalpen (*Salix herbacea*-*Carex firma*-Ges. Herter 1990, Arabidetum caeruleae subass. salicetosum herbaceae Eggensberger 1994) unterschieden werden. Die floristischen Affinitäten zu den Beständen des „Poion supinae“ können anhand der Tab. E abgelesen werden.

### **Soldanello alpinae-Salicion retusae all. nov.**

[Arabidetalia caeruleae]

DAK: *Armeria alpina*, *Aster bellidiastrum*, *Bartsia alpina*, *Campanula scheuchzeri*, *Carex firma*, *Carex sempervirens*, *Carex parviflora*, *Carex ornithopodioides*, *Doronicum calcareum* (char.), *Dryas octopetala*, *Euphrasia salisburgensis*, *Festuca rupicaprina*, *Galium noricum*, *Gentiana bavarica*, *Helianthemum glabrum*, *Ligusticum mutellina*, *Persicaria vivipara*, *Ranunculus alpestris*, *Ranunculus montanus*, *Salix reticulata* (char.), *Salix retusa* (char.), *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga androsacea*, *Silene acaulis*, *Soldanella alpina*, *Tortella tortuosa*, *Veronica aphylla*.

Nom. Typus: Homogyno discoloris-Salicetum retusae Aich. 1933 (Synholotypus hoc loco).

Wie durch die Ergebnisse der Cluster- und Ordinationsverfahren deutlich gemacht, kann die Gruppe der durch *Salix retusa* geprägten Kalkschneeböden als eigener Verband abgegrenzt werden, der im Vergleich zu den Arabidion caeruleae-Gesellschaften Standorte mit höheren Wärmesummen bevorzugt, die bei Schneebedeckungen von 8-10 Monaten während der Vegetationsperiode auch stärkere Schwankungen in den Bodenwasserverhältnissen ertragen. *Salix retusa* ist in den Kalkketten und Karstplateaus der Nördlichen Kalkalpen nicht nur diagnostische Art, sondern trägt dort ganz besonders zum Gesellschaftsaufbau bei, wo sie aus Felsnischen in weitausladenden Spalieren nackte Felsbänke überzieht und durch Humusansammlung in ihren Ästen anderen Arten das Zusammenleben ermöglicht.

Die Eigenständigkeit verschiedener durch *Salix retusa* und /oder *Salix reticulata* aufgebauten Gesellschaften wird immer wieder in Frage gestellt wird (vgl. GERDOL & PICCOLI 1982, POLDINI & MARTINI 1993). Dies kann jedoch nur fortgeführt werden, wenn man – wie in diesen Arbeiten üblich – die meist recht heterogenen Gesellschaften verschiedener Autoren in Form von Stetigkeitsaufnahmen analysiert und vergleicht. Aufgrund der vorliegenden

Ergebnisse, durch die Analyse der Einzelaufnahme, ergibt sich die Abtrennung verschiedener Assoziationen zwangsläufig. Neben einer schwachen geographischen Unterteilung ist diese Differenzierung vor allem floristisch und standortsökologisch begründet.

Ein Zusammenhalt dieses neugeschaffenen Verbandes mit den südosteuropäischen, dinarisch-karpatischen Gesellschaften des *Salicion retusae* Horvat 1949 (vgl. ENGLISCH & AL. 1993) ist nicht gegeben. Zum einen fehlen letzterem Verband die Arten *Saxifraga androsacea* und *Ranunculus alpestris* beinahe durchgehend in recht auffälliger Weise. Zum anderen sind dessen Gesellschaften durch eine Vielzahl südosteuropäischer Arten (z. B. *Androsace hedraeantha*, *Anemone baldensis*, *Arabis caucasica*, *Arenaria rotundifolia*, *Carex laevis*, *Carex kitaibeliana*, *Saxifraga heucheriifolia*, *Saxifraga glabella*, *Saxifraga sempervivum*, *Sesleria tenerrima*, *Silene albanica*) sowie durch Arten, welche silikatischen Gesteinseinfluß oder zumindest schwach bodensaure Verhältnisse anzeigen (z. B. *Arenaria biflora*, *Cardamine glauca*, *Galium stojanovii*, *Geum reptans*, *Oxyria digyna*, *Plantago angustifolia*, *Ranunculus crenatus*, *Soldanella pusilla*) charakterisiert (vgl. HORVAT 1936, BELDIE 1967, LAKUSIC 1970, HORVAT & AL. 1974, SANDA & AL. 1988, MUCINA & AL. 1990).

#### Homogyno discoloris-Salicetum retusae Aichinger 1933

Syn.: *Salicetum retuso-reticulatae* Pignatti-Wikus 1959 und zahlreiche andere Autoren der Ostalpen

Nom. Typus: Aichinger 1933: p.47, „*Salix retusa*-Homogyne discolor-Ass.“, Tab.10, Aufn.3; siehe auch Tab. F, Aufn.A103, Spalte 2 (Synlectotypus hoc loco); Karawanken.

Die für den „trockenen Flügel“ der Kalkschneeböden wichtigste, gut charakterisierte und zahlreich belegte Gesellschaft kann in eine südalpine (AICHINGER 1933, HADERLAPP 1982, OBERHAMMER 1979, OBERHAMMER 1979, POLDINI & MARTINI 1993, WIKUS 1960; z. T. als *Salicetum retuso-reticulatae*) und eine nordalpine Ausbildung (HÖPFLINGER 1957, PIGNATTI-WIKUS 1959, HÖRANDL unveröff.; sowie Aufnahmen vom Tennengebirge, Höllengebirge, Dachstein und vom Schneeberg) untergliedert werden. Darüberhinaus findet sich eine verarmte *Carex parviflora*-Ausbildung in vielen Gebirgen der Nord- und Südalpen mit möglicher Bindung an die am stärksten verkarsteten Standorte. Eine genauere Standortsanalyse steht noch aus.

#### Salicetum retuso-reticulatae Braun-Blanquet 1926

Non: *Salicetum retuso-reticulatae* auct. carp. et dinar.

Nom. Typus: Braun-Blanquet 1926: p.204, „*Salicetum retusae-reticulatae*“, Tab.4, Aufn.4; siehe auch Tab. F, B404, Spalte 151 (Synlectotypus hoc loco); Rätische Alpen.

Das *Salicetum retuso-reticulatae* ist eine engumgrenzte Assoziation, die durch das Vorkommen von *Salix reticulata* und *Carex ferruginea* gekennzeichnet ist, während gleichzeitig etliche Elemente der Kalkschneeböden, allen voran *Saxifraga androsacea*, fehlen. Darüberhinaus wird *Homogyne discolor* durch *Homogyne alpina* ersetzt, was einhergeht mit stärkerer Humusanreicherung. Die Gesellschaft ist vor allem aus den westlichen Gebieten der Ostalpen (BRAUN-BLANQUET 1926, HAUPT 1985, KÜNG 1980) und den Südalpen (POLDINI & MARTINI 1993) bekannt, dort neben dem Vorkommen des Homogyno-*Salicetum retusae*.

#### Diantho alpinae-Salicetum retusae ass. nov. hoc loco

Nom. Typus: Tab. F, Aufn.0257, Spalte 0 (Synholotypus hoc loco); Schneeberg, Ochsenboden, Krummriesgraben S Kote 1924, 1850 m, S-exp., Inkl.15°, Qu.8260/2, 14.08.1990.

Die am stärksten zu den Rasengesellschaften des *Seslerion coeruleae* tendierenden *Salix retusa*-Bestände, können – durch zwölf Aufnahmen abgesichert – als eigene Assoziation

beschrieben werden. *Carex sempervirens*, *Sesleria albicans* oder auch *Luzula glabrata* treten verstärkt in den Vordergrund, ohne aber die Verbandskennarten zu verdrängen. Dazu kommen in den östlichsten Nordalpen endemische Arten (*Dianthus alpinus*, *Thlaspi alpestre*, *Soldanella austriaca*), die zur Charakterisierung der Gesellschaft herangezogen werden können.

Diese Gesellschaft ist auch jene, die WENDELBERGER (1971) bewogen hat, die Kalkschneeböden (*Arabidetalia caeruleae*) in die alpinen Kalkrasen (Klasse Elyno-Seslerietea) miteinzubeziehen.

#### Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae ass. nov. hoc loco

Non: *Salicetum retuso-reticulatae* Br.-Bl. 1926, *Dryado-Salicetum reticulatae* Beldie 1967, *Bartsio alpinae-Salicetum reticulatae* Mucina et al. 1990.

Nom. Typus: *Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae*, „*Saxifraga oppositifolia*-Ausbildung“, Tab. F, Aufn.0556, Spalte 224 (Synholotypus hoc loco); Dachsteinplateau "Auf dem Stein", Modereck-Alm, 1990 m, NW-exp., Inkl.10°, Qu.8548/1, 02.08.1992.

Viele der *Salix retusa-Salix reticulata*-Bestände zeichnen sich durch einen schuttreichen Untergrund über Kalksubstraten oder basenreichen Kalkglimmerschiefern aus, und enthalten daher eine Artengarnitur, die bei vergleichsweise langer Schneebedeckung deutliche Unterschiede zum *Salicetum retuso-reticulatae* Br.-Bl. 1926 bedingen. Insgesamt können mehr als 70 Vegetationsaufnahmen in dieser Gesellschaft vereinigt werden, die sich in zwei Ausbildungen gliedern lassen – eine schuttreiche, nach *Saxifraga oppositifolia* benannte Ausbildung, und eine rasig-humose (tieferer Lagen), die sich durch *Hylocomium splendens*, *Rhytidium rugosum* und *Anthoxanthum alpinum* auszeichnet. Das *Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae* findet sich weitverbreitet in den mittleren und östlichen Gebieten der Ostalpen und löst hier (weitgehend) das *Salicetum retuso-reticulatae* Br.-Bl. 1926 ab.

#### Potentillo dubiae-Homogynetum discoloris Aich. 1933

Nom. Typus: Aichinger 1933: p.52, „*Salix retusa-Homogyne discolor*-Ass.“, Tab.12, Aufn.8; siehe auch Tab. F, Aufn.A128, Spalte 320 (Synlectotypus hoc loco); Karawanken.

Bei stärkerer Humusaufgabe und längerer Schneebedeckung (ca. 9 Monate) nimmt die Dominanz von *Salix retusa* ab (ohne jedoch völlig zu verschwinden), stattdessen sind *Homogyne discolor*, *Poa alpina*, *Gnaphalium hoppeanum*, *Potentilla brauneana* und *Veronica alpina* für den Vegetationsschluß verantwortlich. In einer südalpiner Ausbildung tritt *Soldanella minima* zur Artengarnitur hinzu. Die Arten zeigen die Tendenz zur schwachen Bodenversauerung an, ein Übergang ins *Salicetum herbaceae* (vgl. AICHINGER 1933) läßt sich daraus aber nicht ableiten und konnte auch in den über Jahrzehnte immer wieder untersuchten Gebieten (z. B. Dachsteinplateau mit genauen Aufzeichnungen von PIGNATTI-WIKUS 1959, WENDELBERGER 1962, und WENDELBERGER unveröff.) nicht beobachtet werden.

#### **Salicion herbaceae**

[*Salicetalia herbaceae*]

DAK: *Cardamine alpina* (char.), *Carex curvula* subsp. *curvula*, *Cerastium cerastoides*, *Gnaphalium supinum*, *Kiaeria blytii*, *Kiaria starkei*, *Leontodon helveticus*, *Leucanthemopsis alpina* subsp. *cuneifolia*, *Ligusticum mutellina*, *Luzula alpinopilosa*, *Persicaria vivipara*, *Poa alpina*, *Pohlia ludwigii*, *Polytrichum juniperinum*, *Polytrichum sexangulare* (char.), *Primula glutinosa*, *Primula minima*, *Salix herbacea* (char.), *Sibbaldia procumbens*, *Soldanella pusilla* (char.), *Veronica alpina* subsp. *pumila*.

Durch die Fassung des Salici-Arabidion caeruleae werden die in den Nordostalpen vertretenen Gesellschaften auf ein Minimum reduziert. Weitere Gesellschaften müssen durch den Vergleich mit Gesellschaften der Zentralalpen und der deutschen Mittelgebirge dem Nardo-Salicion herbaceae (als einem weiteren neuen, durch eine eigene Artengarnitur gekennzeichneten Verband) zugeordnet werden.

Im Verband des Salicion herbaceae verbleiben somit das Salicetum herbaceae Braun-Blanquet 1926, das Polytrichetum sexangularis Frey 1922 und das Alchemilletum pentaphylleae Rübél 1912. In Abhängigkeit von Standortsqualitäten und Verbreitungsverhältnissen können verschiedene Ausbildungen unterschieden werden, eine Auflistung ist der nachfolgenden Übersicht zu entnehmen.

Die südosteuropäischen Gesellschaften können unter den vorliegenden Gesichtspunkten als Ranunculion crenati Lakusic 1966 (z. B. mit *Achillea schurii*, *Alopecurus gerardii*, *Festuca supina*, *Galium stojanovii*, *Plantago atrata*, *Plantago gentianoides*, *Potentilla chrysochraspeda*, *Ranunculus crenatus* als Kenn- und Trennarten) abgetrennt (vgl. etwa KRAJINA 1933, LAKUSIC 1966, RESMERITA 1976, SCHNEIDER-BINDER & VOIK 1976, LAKUSIC & AL. 1979, COLDEA 1985, SANDA & AL. 1988, MUCINA & AL. 1990) und vielleicht noch weiter gegliedert werden.

#### Salicetum herbaceae Rübél 1912

In den Nördlichen Kalkalpen ist der Verband mit dem Salicetum herbaceae und dem Polytrichetum sexangularis vertreten. (Das Alchemilletum pentaphylleae fehlt aus arealgeographischen Gründen.) Vor allem die Schiefergebiete der Allgäuer (HERTER 1990 und OBERDORFER 1950) und Lechtaler Alpen mit Ton- und Kreideschiefern bieten geeignete Standorte für diese beiden Gesellschaften. Das Salicetum herbaceae tritt darüberhinaus nur im Rofangebiet (THIMM 1953) und in der Mieminger Kette (WEBER 1981) auf.

#### Polytrichetum sexangularis Frey 1922

Während das Polytrichetum sexangularis in den Zentralalpen eine häufige und weitverbreitete Gesellschaft darstellt, tritt es in den Nordalpen nur vereinzelt auf. Trotz Kalkuntergrund besteht keine Rechtfertigung, dafür eine neue Gebietsassoziation der Nordostalpen zu schaffen. Die Vorkommen beschränken sich nach derzeitigem Wissensstand auf das Wettersteingebirge (SÖYRINKI 1954), die Ammergauer Alpen (EGGENSBERGER 1994), die Berchtesgadener Alpen (LIPPERT 1966) und den Hochschwab (diese Arbeit, vgl. auch PACHERNEGG 1973) vor. Die Gesellschaft fehlt dagegen über weite Strecken, so auch in den hochalpinen Gebieten des Tennengebirges, des Dachstein und des Toten Gebirges.

#### **Salici herbaceae-Caricion lachenalii Beguin & Theurrillat 1982**

[Salicetalia herbaceae]

DAK: *Anthelia juratzkana*, *Carex bipartita* (= *C. lachenalii*) (char.), *Epilobium anagallidifolium*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Salix herbacea*, *Veronica alpina* subsp. *pumila*

Nom. Typus: Salici herbaceae-Caricetum lachenalii Beguin & Theurrillat 1982 (Synholotypus).

Der Verband des Salici herbaceae-Caricion lachenalii kann unter Einbeziehung des Cardamino alpinae-Anthelietum juratzkanae Englisch 1993 entgegen der in ENGLISCH (1993) dargelegten Auffassung aufrechterhalten werden, wie aus den vorliegenden Ergebnissen deutlich wird.

### **Nardo-Salicion herbaceae all. nov. hoc loco**

[Salicetalia herbaceae]

DAK: *Agrostis rupestris*, *Anthoxanthum alpinum*, *Campanula scheuchzeri*, *Euphrasia minima*, *Geum montanum*, *Gnaphalium supinum*, *Leontodon helveticus*, *Luzula alpinopilosa* (char.), *Nardus stricta*, *Polytrichum alpinum*, *Potentilla aurea*, *Soldanella alpina*.

Nom. Typus: Nardo-Gnaphalietum supini Bartsch & Bartsch ex Müller 1948

Die Gruppe von Gesellschaften, die in diesem Verband zusammengefaßt werden können, umfassen vorwiegend Schneebodengesellschaften der subalpinen bis tiefalpinen Lagen über saurem Substrat. Diese Gesellschaften sind in den Zentralalpen über basenarmen Graniten und Gneisen ebenso wie in Vogesen und im Schwarzwald ausgebildet, in den Nördlichen Kalkalpen treten sie gegenüber Salicion herbaceae-Ges. – bei entsprechenden geologischen Verhältnissen (Lechtaler und Allgäuer Alpen) oder über fossiler Terra fusca und Rotlehmen (Dachstein, Höllengebirge, Totes Gebirge, Gesäuse, Rax, Schneeberg) – vergleichsweise häufig auf. Zum Teil stellen sie die natürliche Vegetation von „Schneeflecken“ der subalpinen Stufe dar (vgl. KNAPP 1958, 1960), größtenteils sind sie durch Weideeinfluß bei gering verbesserter Nährstoffversorgung gefördert. Die Abgrenzung gegen die Gesellschaften des Nardion strictae erfolgt durch *Gnaphalium supinum*, *Luzula alpinopilosa* und *Soldanella alpina* sowie möglicherweise durch *Polytrichum alpinum*. Neben den im folgenden genannten Assoziationen ist auch das westalpine und bis in die Stubai Alpen verbreitete Caricetum foetidae Lüdi 1921 (vgl. auch FREY 1922) hierherzustellen.

#### Nardo-Gnaphalietum supini Bartsch & Bartsch ex Müller 1948

Nom. Typus: Müller 1948: *Nardus stricta*-*Gnaphalium supinum*-Ass., 1 Aufn. (Synholotypus); Schwarzwald, Feldberg.

Dies ist die vergleichsweise häufigste Assoziation des Verbandes und der Silikatschneeböden in den Nördlichen Kalkalpen und findet sich in mehrfacher Ausbildung in den Allgäuer Alpen (OBERDORFER 1950), den Ammergauer Alpen (EGGENSBERGER 1994), im Höllengebirge und in den Lechtaler Alpen. Dem nahestehend ist die *Soldanella pusilla*-*Gnaphalium supinum*-Ges., die EGGENSBERGER (1994) aus den Ammergauer Alpen und THIMM (1953) als Salicetum herbaceae bzw. als „Schneeboden, *Soldanella*-Aspekt“ beschreibt. Für die Zentralalpen können neue Funde aus den Wölzer Tauern und der Goldberggruppe genannt werden, die Gesellschaft dürfte aber vielfach mißachtet worden sein.

#### Luzuletum spadiceae Rübel 1912

Im Ostalpenraum häufig, in den Nordalpen dagegen selten ist Luzuletum spadiceae, die in ihren rasigen Ausbildungen diesem neu geschaffenen Verband anzuschließen ist, als schuttreiche *Luzula alpinopilosa*-Gesellschaft jedoch eindeutig zum Androsacion alpinae in die Nähe des Sieversio-Oxyrietum digynae Friedel 1956 em. Englisch et al. 1993 zu stellen ist. Eine Typisierung ist noch ausständig.

Neben einer *Gnaphalium supinum*-Ausbildung der Lechtaler und Allgäuer Alpen kann innerhalb des dem Nardo-Salicion angehörigen Teils des Luzuletum spadiceae eine *Hylocomium splendens* und eine *Ligusticum mutellina*-Ausbildung differenziert werden, letztere werden durch THIMM (1953) als „Marbl-Wiese“ aus dem Rofan beschrieben.

*Ranunculus crenatus*, eine Sippe mit alpinisch-karpatischer Verbreitung, hat in dieser Gesellschaft einen interessanten Schwerpunkt und bildet die *Ranunculus crenatus*-Ausbildung (vgl. SINGER 1988: Rottenmanner Tauern, SCHÖNSWETTER unveröff.: Wölzer Tauern).

### Caricetum foetidae Frey 1922

Ebenso ins Nardo-Salicion herbaceae zu stellen ist diese Gesellschaft, die vorwiegend westalpin zentriert ist. *Carex foetida* hat auch mit den wenigen Vorkommen in den Stubai Alpen (ENGLISCH unveröff.) und in den Wölzer Tauern (SCHÖNSWETTER unveröff.) den gleichen Gesellschaftsanschluß. Die Art ist fälschlicherweise bei ENGLISCH (1993) als Charakterart des Salicetum herbaceae angegeben.

### „Poion supinae“

[Salicetalia herbaceae; z. T. Poo alpinae-Trisetetalia]

DAK: *Alchemilla fissa*, *Agrostis capillaris*, *Campanula scheuchzeri*, *Carex nigra*, *Cerastium cerastoides*, *Cirsium spinosissimum*, *Crepis aurea*, *Deschampsia cespitosa*, *Gagea fistulosa*, *Ligusticum mutellina*, *Persicaria vivipara*, *Phleum rhaeticum*, *Poa supina*, *Ranunculus montanus*, *Ranunculus nemorosus*, *Sagina saginoides*, *Veratrum album*, *Veronica alpina* subsp. *pumila*, *Veronica serpyllifolia*.

Die nährstoffreichen Schneebodengesellschaften rund um die *Poa supina*-Weiderasen („Poion supinae“ i.e.S.) bzw. *Deschampsia cespitosa*-dominierten Läger („Deschampsion cespitosae“) sind als eigene Gesellschaftsgruppen in floristischer und standortsökologischer Hinsicht deutlich von den eigentlichen Silikatschneeböden (Salicion herbaceae) getrennt. Sie treten unter Weidebedingungen bei starkem Düngeeinfluß von 1500 m bis in Höhen von mehr als 3000 m (Schafläger in Gipfelbereichen) auf und sind bei meist artenarmer Bestandszusammensetzung durch die angeführten Arten gekennzeichnet. Eine Gliederung auf Verbandsniveau bleibt aber aus bereits den genannten Gründen weiterhin ungelöst. Sicher ist jedoch, daß Teile der Gesellschaften des Alchemillo-Poion supinae mit dem Poo-Cerastietum cerastoides zu einer Gesellschaftsgruppe zusammengefaßt werden müssen, welche hier als „Poion supinae“ bezeichnet werden. Wieweit *Deschampsia cespitosa*-dominierte Bestände eine eigene Gesellschaftsgruppe bilden, kann hier nicht entschieden werden.

Trotz der umfangreichen Analyse durch ELLMAUER (1994) kann die Gesellschaftsgruppe der schneebetonten *Poa supina*- und *Deschampsia cespitosa*-Weiderasen und ihre Beziehungen zum Alchemillo-Poion supinae bzw. zum Poion alpinae nicht restlos geklärt werden. Mit den im Vordergrund der Betrachtung stehenden Kalkschneeböden haben diese Bestände jedoch nicht mehr allzuviel zu tun, so daß die Gesellschaften nur mit kurzen Anmerkungen versehen werden.

### Poo-Cerastietum cerastoidis Söyrinki ex Oberd. 1957

Die Umgrenzung dieser Assoziation deckt sich weitgehend mit der bisherigen Literaturauffassung. Im Untersuchungsgebiet tritt diese Gesellschaft innerhalb der subalpinen Höhenstufe zwischen (1600 m und 1800 m) fleckhaft an den am längsten schneebedeckten Stellen auf, die durch das Vieh (zumeist Schafe) zugleich als Weideflächen genützt werden. Die Nährstoffzufuhr bedingt auch die floristischen Unterschiede zum Nardo-Gnaphalietum supini. Angaben zur Gesellschaft lassen sich aus beinahe allen Gebirgen der Nördlichen Kalkalpen machen (vgl. OBERDORFER 1950, THIMM 1953, SÖYRINKI 1954, LIPPERT 1966, SMETTAN 1981, HERTER 1990, EGGENSBERGER 1994, HÖRANDL unveröff.), ihre Vorkommen reichen im Osten bis zum Hochschwab und zum Schneeberg.

### Polytricho juniperini-Soldanelletum pusillae Lippert ex Englisch 1993

Diese Assoziation findet sich in der bereits geschilderten Weise kleinflächig in den westlich gelegenen Gebirgen der Nordalpen von den Lechtaler Alpen bis zu Berchtesgadener Alpen (LIPPERT 1966), dem Tennengebirge (WEISKIRCHNER 1978) sowie im Höllengebirge. Nach

den bisherigen Ergebnissen ist diese Gesellschaft auf wenige Gebiete in den Nördlichen Kalkalpen beschränkt, aus den Zentralalpen konnten bislang keine Nachweise erbracht werden.

### Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae Wendelberger 1971 (Art.2b)

Diese bei WENDELBERGER (1971) beschriebene Gesellschaft erweist sich als gut abgrenzbare Einheit, die durch zahlreiche unveröffentlichte Aufnahmen von Wendelberger, Hörandl und aus der vorliegenden Arbeit nun gut dokumentiert werden kann. Der Assoziationsstatus scheint berechtigt zu sein, eine gültige Beschreibung soll aber erst erfolgen, wenn die syntaxonomischen Beziehungen der gesamten Gesellschaftsgruppe geklärt und deren standortsökologische Differenzierung besser belegt werden kann.

## Die Pflanzengesellschaften der Kalkschuttfuren und Schneeböden

Ges.-Code	Pflanzengesellschaft	Ausb.-Code	Ausbildung	Anzahl der Aufnahmen
<b>Thlaspion rotundifolii Jenny-Lips 1930 em. Zollitsch ex Lippert 1966</b>				
TR01.1a	Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii ass. nov. prov.	(1)	Saxifraga aphylla-Ausbildung	83
		(2)	Cerastium carinthiacum-Ausbildung	15
TR01.1b	Thlaspio-Rumicetum scutati ass. nov. prov.	(1)	Adenostyles glabra-Ausbildung	15
		(2)	Arabis alpina-Ausbildung	7
TR01.2a	Pritzelago alpina-Leontodon montanus-Ges.			2
TR01.2b	Pritzelago alpina-Cerastium carinthiacum-Ges.			5
TR01.3a	Pritzelago alpina-Arabis alpina-Ges.	(1)	artenarme Ausbildung	2
		(2)	Thlaspi rotundifolium-Ausbildung	12
TR01.4	Achillea atrata-Ranunculus montanus-Ges.	a(1)	Thlaspi rotundifolium-Ausbildung	5
		a(2)	Doronicum grandiflorum-Ausbildung	4
		b	Papaver sendtneri-Cerastium latifolium-Ausbildung	5
TR02.1b	Papaveri julici-Thlaspietum rotundifolii T. Wraber 1970	(1)	Leontodon montanus-Ausbildung	3
		(2)	Cerastium carinthiacum-Ausbildung	38
TR02.2	Papaveretum rhaetici (?)	a	Trisetum argenteum-Doronicum grandiflorum-Ausbildung (Monte Baldo)	5
		b	Athamanta cretensis-Campanula cochlearifolia-Ausbildung	3
TR02.3	Papaveretum rhaetici (?)	a	Salix retusa-Sesleria sphaerocephala-Ausbildung	4
		c	Leontodon montanus-Salix retusa-Ausbildung	8
		d	Silene glareosa-Rumex scutatus-Ausbildung	4
TR02.3e	Papaveretum rhaetici Wikus 1959	e(1)	Valeriana supina-Ausbildung	10
		e(2)	Saxifraga sedoides-Ausbildung	25
		f	Poa alpina-Ausbildung	4
TR03.1a	Cerastio latifoliae-Leontodontetum montani ass. nov. prov.	(1)	Viola calcarata-Ausbildung	3
		(2)	typische Ausbildung	6
TR03.1c	Doronicum grandiflorum-Leontodon montanus-Ges.		Thlaspi rotundifolii-Oxyria digyna-Ausbildung	4
TR03.1d	Doronicetum grandiflori	(1)	Rumex scutatus-Valeriana montana-Ausbildung	3
		(2)	Cerastium carinthiacum-Ausbildung	2
		(3)	typische Ausbildung	29

TR04.1a	<i>Thlaspietum rotundifolii</i> (?)		Papaver sendtneri-Ausbildung	3
TR05.1a	<i>Thlaspietum rotundifolii</i> (?)		Campanula cenisia-Ausbildung	4
TR05.2	<i>Thlaspietum rotundifolii</i> Jenny-Lips 1930	a	Südwestalpen-Ausbildung	2
		b	<i>Viola cenisia</i> -Ausbildung	5
		c	<i>Leontodon montanus</i> -Ausbildung	5
TR06.1	<i>Saxifraga-Cerastietum latifoliae</i> (?)	a	<i>Doronicum grandiflorum</i> -Ausbildung	3
TR07.1a	<i>Saxifraga-Cerastietum latifoliae</i> ass. nov.	b	<i>Festuca pumila</i> -Ausbildung	3
		(1)	<i>Papaver rhaeticum</i> -Ausbildung	8
		(2)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> -Ausbildung	7
TR09.1a	<i>Festucetum laxae</i> (Aich. 1933) T. Wraber 1970		inkl. <i>Rumex scutatus</i> -Ges.	6
TR09.2a	<i>Papaveri kernerii-Thlaspietum kernerii</i> T. Wraber 1970	(1)	<i>Rumex scutatus</i> -Ausbildung	3
		(2)	<i>Papaver kernerii</i> -Ausbildung	14
TR09.3a	<i>Papaveri kernerii-Thlaspietum kernerii</i> (?)	(1+2)	<i>Ranunculus traunfellneri-Valeriana elongata</i> -Ausbildung	5
TR10.1a	<i>Valerianetum supini</i> (?)		<i>Minuartia gerardii-Cerastium uniflorum</i> -Ausbildung	4
TR10.2	<i>Valerianetum supini</i> ass. nov.	a	<i>Achillea clavinae-Salix retusa</i> -Ausbildung	3
		b	<i>Cerastium carinthiacum</i> -Ausbildung	2
TR12.1a	<i>Draba tomentosa-Papaver sendtneri</i> -Ges.	(1+2)		9
TR12.1b	<i>Thlaspi rotundifolium-Cerastium uniflorum</i> -Ges.	(1+2)	<i>Papaver sendtneri</i> -Ausbildung	15
TR12.2b	<i>Arabis caerulea-Cerastium uniflorum</i> -Ges.		<i>Papaver sendtneri</i> -Ausbildung	11
TR13.1a	<i>Saxifragetum hohenwartii</i> Aichinger 1933			6
TR14.1a	<i>Saxifragetum moschatae</i> Haderlap 1982 (Art.5)			4
TR16.1b	<i>Leontodon montanus</i> -Gesellschaften			16
TR26.1	<i>Crepidetum terglouensis</i> (?)	(1+2)		13
TR26.2	<i>Crepidetum terglouensis</i> Seibert 1977	a	<i>Minuartia sedoides-Sesleria ovata</i> -Ausbildung	7
		b	<i>Salix serpyllifolia</i> -Ausbildung	5
		c	<i>Thlaspi rotundifolium</i> -Ausbildung	5
<b>Arabidion caeruleae Br.-Bl. 1926 em. Englisch 1999</b>				
AC01.1a	<i>Campanula pullae-Arabidetum caeruleae</i> Englisch 1999 ass. nov.	(3)	<i>Campanula pulla-Silene pusilla</i> -Ausbildung	52
		(1)	<i>Arabis caerulea</i> -Ausbildung	52
AC01.1a	<i>Cerastium carinthiacum-Saxifraga androsacea</i> -Ges.	(2)	<i>Galium noricum</i> Ausbildung	7
AC01.1b	<i>Arabis alpina-Saxifraga androsacea</i> -Ges.		Basalgesellschaft	21
AC01.1c	<i>Arabidetum caeruleae</i> Br.-Bl. 1918	(1)	<i>Poa minor</i> -Ausbildung	11
		(2)	<i>Arabis alpina-Doronicum grandiflorum</i> -Ausbildung	13
AC01.1d	<i>Preissia quadrata-Saxifraga androsacea</i> -Ges.			3
AC01.1e	<i>Saxifraga androsacea-Achillea atrata</i> -Ges.	(1)	<i>Alchemilla anisiaca</i> -Ausbildung	3
		(2)	<i>Pseudoleskeella catenulata-Bryum pseudotriquetrum</i> -Ausbildung	8
		(3)	<i>Pohlia wahlenbergii-Preissia quadrata</i> -Ausbildung	16
AC01.2a	<i>Saxifraga androsacea-Pohlia wahlenbergii</i> -Ges.			2
AC01.3a	<i>Leontodon montanus-Carex parviflora</i> -Ges.			4
AC01.3b	<i>Moehringia ciliata-Campanula pulla</i> -Ges.	(1)	<i>Cerastium carinthiacum</i> -Ausbildung	12
		(2)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> -Ausbildung	18
AC02.1	<i>Rumici-Arabidetum caeruleae</i> (Jenny-Lips 1930) Oberd. 1957	a(1+2)	<i>Linaria alpina-Saxifraga oppositifolia</i> -Ausbildung	5
		b(1)	<i>Cirsium spinosissimum</i> -Ausbildung	5
		b(2)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Ausbildung	28
AC06.1a	<i>Saxifraga stellaris-Soldanella austriaca</i> -Ges.	(1)	<i>Doronicum calcareum-Achillea atrata</i> -Ausbildung	7
		(2)	<i>Luzula glabrata-Campanula pulla</i> -Ausbildung	11

AC06.3a	Campanulo pullae-Achilleetum chusianae Wendelberger et Englisch in Englisch 1999 ass. nov.	(2) (1) (3) (4)	Soldanella austriaca-Ausbildung Rumex nivalis-Ausbildung Arabis alpina-Pritzelago alpina subsp. alpina-Ausbildung Arabis caerulea-Ausbildung	39 2 4 7
AC08.1a	Cerastium carinthiacum-Juncus monanthos-Ges.			5
AC11.2a	Campanulo pullae-Achilleetum atratae Greimler & Dirnböck 1996			1
AC12.2a	Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris Englisch 1999		Pseudoleskeella catenulata-Ausbildung	8
AC12.1a	Saxifragetum stellaro-sedoidis Englisch 1999 ass. nov.	(1) (2) (3)	Achillea chusiana-Campanula pulla-Ausbildung (nordostalpin) Silene pusilla-Soldanella austriaca-Ausbildung (nordostalpin) Soldanella minima-Ausbildung (südalpin)	7 15 15
AC18.1a	Saxifraga sedoidis-Ges.		verarmte Myosotis alpestris-Ausbildung	3
AC17.1a	Ranunculo traunfellneri-Festucetum nitidae Englisch 1999 ass. nov.	(2) (1)	Saxifraga sedoides-Ausbildung Rumex nivalis-Ausbildung	14 20
<b>Moosgesellschaften (des Arabidion caeruleae)</b>				
TR24.3a	Pseudoleskea incurvata-Oncophorus virens-Ges.	(1)	(Leontodon montanus-Flur)	1
AC28.1a	Soldanella austriaca-Pohlia obtusifolia-Ges.	(2)		1
AC16.2a	Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata-Ges.; (Pohlia obtusifolia / Schistidium apocarpum-Fazies)			4
AC12.2a	Saxifraga stellaris-Tortula norvegica-Ges.		Pseudoleskeella catenulata-Ausbildung	8
AC22.1b	Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii-Ges.	(1+2)		6
AC23.1a	Cratoneuron filicinum-Cratoneuron commutatum-Ges.			4
AC30.1a	Ptychodium plicatum-Bryum elegans-Ges.			2
AC29.1a	Sanionia uncinata-Oncophorus wahlenbergii-Ges.			2
AC29.2a	Sanionia uncinata-Distichum compactum-Ges.			4
<b>Salici herbaceae-Arabidion caeruleae Englisch 1999 all. nov.</b>				
AC04.1	Salici herbaceae-Arabidetum caeruleae Englisch 1999 ass. nov.	a b(2) b(1)	(Oncophorus virens-)Ausbildung der Nordalpen Pritzelago brevicaulis-Salix herbacea-Ausbildung der Zentralalpen Soldanella minima-Achillea oxyloba-Ausbildung der Südalpen	25 26 9
AC05.1a	Potentilla brauneana-Pohlia(sp.)-Ges.	(1+2)		4
SH08.3a	Soldanella pusilla-Saxifraga androsacea-Ges.	(1+2)		13
SH08.4b	Soldanella pusilla-Salix herbacea-Ges.	(1+2) (3)	Salix retusa-Polytrichum juniperinum-Ausbildung Salix reticulata-Polytrichum juniperinum-Ausbildung	8 1
SH08.1a	Plantago alpina-Salix herbacea-Ges.		Achillea atrata-Ausbildung	2
SH07.1a	Poa alpina-Ligusticum mutellina-Rasen	1a 2a	Achillea atrata-Ausbildung Saxifraga androsacea-Rumex nivalis-Ausbildung	5 3
<b>Soldanello alpinae-Salicion retusae Englisch 1999 all. nov.</b>				
SR01.1a	Homogyne-Salicetum retusae Aich. 1933	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	Salix retusa-Ges.; fragmentarische Ausbildung südalpine Ausbildung nordalpine Ausbildung verarmte Carex parviflora-Ausbildung) Homogyne alpina-Ausbildung Soldanella austriaca-Doronicum calcareum-Ausbildung	6 19 41 52 7 18
SR01.1b	Salicetum retuso-reticulatae Br.-Bl. 1926	(1) (2)	Campanula scheuchzeri-Ausbildung Festuca nigricans-Ausbildung	7 14
SR01.1c	Diantho alpinae-Salicetum retusae Englisch 1999 ass. nov.	(1) (2)	Luzula glabrata-Ausbildung Carex sempervirens-Ausbildung	3 9

SR01.1e-g	Salix retusa-Carex atrata-Ges.	e	Ligusticum mutellina-Ausbildung	5
		f	bodensaure Ausbildung	13
		g	Sanionia uncinata-Ausbildung	4
SR01.2b	"Salicetum retuso-reticulatae" sensu Gerdol & Piccoli 1982		rasig-moosreiche Ausbildung des Monte Baldo	5
SR01.2c	Arenario-Salicetum reticulatae Richard 1977			9
SR01.2d	Selaginello selaginoidis-Salicetum reticulatae Englisch 1999 ass. nov.	(1)	Hylocomium splendens-Ausbildung	15
		(3)	Saxifraga oppositifolia-Ausbildung	58
SR04.1a	Salix retusa-Achillea clusiana-Ges.		Schuttauusbildung	8
SR05.1a	Salix retusa-Silene acaulis-Ges.		Carex sempervirens-Ausbildung	3
SR06.1a	Salix retusa-Ges.	(1+2)	rasige Carex firma-Ausbildung	15
SR07.1	Salix serpillifolia-Ranunculus alpestris-Ges.	a+b		7
SR09.1a	Potentillo-Homogynetum discoloris (?)	.1(1)	Anthoxanthum alpinum-Ausbildung	7
		.3a	Soldanella pusilla-Salix herbacea-Ausbildung	6
		.3b	Sanionia uncinata-Ausbildung	12
SR10.1-3	Potentillo-Homogynetum discoloris Aich. 1933	.1	Achillea clusiana-Ausbildung	7
		.2	Carex ferruginea-Ausbildung	3
		.3a	Agrostis alpina-Ausbildung	7
		.3b	Soldanella minima-Ausbildung	9
SR19.1a	Luzula glabrata-Thlaspi alpestre-Ges.			6
<b>Salici herbaceae-Caricion lachenalii Beguin &amp; Theurillat 1982</b>				
SH12.2	Salici-Caricetum lachenalii Beguin & Theurillat 1982	b	Eriophorum scheuchzeri-Cerastium cerastoides-Ausbildung	4
		a	Pohlia drummondii-Ausbildung	25
SH11.1a	Cardamino-Anthelietum juratzkanae Englisch 1993	(2+3)	Salix herbacea-Ausbildung	6
		(1)	Cardamino-Anthelietum juratzkanae, Polytrichum sexangulare-Ausbildung	15
<b>Salicion herbaceae Br.-Bl. 1926</b>				
SH01.1a	Polytrichetum sexangulare Frey 1922	(1a)	Soldanella pusilla-Ausbildung	61
		(1b)	Polytrichetum sexangulare, Kiaeria starkei-Ausbildung	32
		(2)	Polytrichetum sexangulare, Carex bipartita-Ausbildung	3
		(3)	Polytrichetum sexangulare, Anethia julacea-Ausbildung	5
SH01.1b	Pohlia drummondii-Salix herbacea-Ges.	(1)	Salix herbacea-Ausbildung	4
		(2)	Pohlia drummondii-Ausbildung	12
SH01.2a	Salicetum herbaceae (?)	(1)	Tortula norvegica-Sanionia uncinata-Ausbildung	3
SH01.3	Salicetum herbaceae Rübél 1912	a	Salicetum herbaceae, Schutt-Ausbildung	4
		b	südwestalpine-Ausbildung	7
		c	Plantago alpina-Ausbildung	2
		d(1+2)	Luzula alpinopilosa-Ausbildung	8
		d(3)	Schiefer-Ausbildung	20
		d(4)	Alchemilla pentaphyllea-Ausbildung	8
		d(5a)	Gentiana bavarica subsp. subacaulis-Ausbildung	61
		d(5b)	Luzula alpinopilosa-Deschampsia cespitosa-Ausbildung	17
d(5d)	Primula glutinosa-Anethia juratzkana-Ausbildung	53		
SH01.4a	Alchemilletum pentaphyllea Rübél 1912			3

Nardo-Salicion herbaceae Englisch 1999 all. nov.				
SH02.1a	Plantago alpina-Salix herbacea-Ges. des Apennin			8
SH03.1a	Luzula alpinopilosa-Salix herbacea-Ges.			3
SH03.3a	Luzuletum spadiccae Rübél 1912	a(1)	Hylocomium splendens-Ausbildung	5
		a(2)	Doronicum chusii-Ausbildung	9
		b(1)	Ranunculus crenatus-Ausbildung	3
		b(2)	Ligusticum mutellina-Ausbildung	38
		b(3)	Gnaphalium supinum-Ausbildung	8
SH04.1a	Soldanella pusilla-Gnaphalium supinum-Ges.	(1)	Cardamine alpina-Cerastium cerastoides-Ausbildung	8
		(2)	Plantago atrata-Poa alpina-Ausbildung	9
SH04.2a	Nardo-Gnaphalietum supini Bartsch et Bartsch ex Müller 1948	a(1)	Plantago alpina-Ausbildung	8
		a(2)	typische Ausbildung	6
		b	Agrostis rupestris-Ausbildung	6
SH05.1a	Caricetum foetidae (?)	(1)	Juncus filiformis-Ausbildung	2
SH05.2a	Caricetum foetidae Frey 1922	(1)	Alchemilla pentaphyllea-Cardamine resedifolia-Ausbildung	17
		(2)	Caricetum foetidae, Phleum rhaeticum-Ausbildung	12
SH06.1a	Poa alpina-Gnaphalium supinum-Ges.			3
"Poion supinae"				
SH13.1a	Saxifraga hohenwartii-Poa supina-Ges.	(1)		4
SH14.1a	*Poo-Cerastietum cerastioidis* sensu Tomaselli 1991	(1)	Ausbildung des Apennin	4
SH14.2a	Poa alpina-Schneeboden-Ges.	(1)		3
SH14.3a	Poo-Cerastietum cerastoidis (?)	(1)	Rumex nivalis-Ausbildung	7
SH14.4	Poo-Cerastietum cerastioidis Sóyrinki ex Oberd. 1957	a	Deschampsia cespitosa-Ausbildung	4
		b	Arabis caerulea-Ausbildung	7
		c	Ligusticum mutellina-Ausbildung	45
SH16.1a	Polytrichum alpinum-Salix herbacea-Ges.			11
SH17.1a	Deschampsia cespitosa-Ges.		Poa supina-Ausbildung	3
SH18.1b	Deschampsia cespitosa-Ranunculus montanus-Ges.		Soldanella pusilla-Ausbildung	11
SH19.1a	Polytrichum juniperini-Soldanelletum pusillae Lippert ex Englisch 1993	a(1)		8
		a(2)	Sibbaldia procumens-Ausbildung	3
SH19.2a	Polytrichum juniperinum-Gnaphalium supinum-Ges.	(1)	Pohlia wahlenbergii-Ausbildung	2
SH20.2a	Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae (?)	2a(1)	Pohlia obtusifolia-Ausbildung	3
SH20.3a	Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae Wendelberger ex Englisch ass. nov.	a	Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae, Polytrichum sexangulare-Ausbildung	4
		b	Achillea clusiana-Deschampsia cespitosa-Ausbildung	19
		c	Weideausbildung ("Mutterböden")	9
SH21.1a	Plantago alpina-Gnaphalium hoppeanum-Ges.	(1+2)		5

## Zusammenfassung

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen die Vegetationseinheiten der Kalkschneeböden im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen und ihre Analyse mit multivariaten Verfahren. Während die Silikatschneetälchen vergleichsweise gut untersucht sind, ist die Kenntnis der entsprechenden Standorte über Kalksubstraten bislang mangelhaft. Auf der Suche nach „Schneetälchen“ in den Nordostalpen haben viele Autoren die Standortvielfalt und floristische Eigenständigkeit entsprechender Pflanzengesellschaften (bislang) des Verbandes *Arabidion caeruleae* unterschätzt.

Der eigentlichen Untersuchung vorangestellt ist die Definition des Begriffes Schneeboden, und die übersichtsartige Darstellung der floristischen Beziehungen und entsprechender Kontaktgesellschaften im (mittel-) europäischen Gebirgsraum.

Der rein numerische Ansatz der Vegetationsanalyse ist bei großen Datenmengen von entscheidendem Vorteil. Dabei dient er nicht (nur) der Bestätigung der traditionellen Konzepte der Vegetationskunde. Clusterverfahren, als gängige Methoden der Vegetationsgliederung, ermöglichen eine betrachterunabhängige Analyse, charakteristische Ähnlichkeitsniveaus lassen sich dabei auch durchaus parallelisieren mit den Ergebnissen erfahrener Vegetationskundler. Im Falle der Kalkschuttfuren und Schneeböden läßt sich eine Ähnlichkeit von 0,42 bis 0,45 für die Similarity Ratio II bzw. von 0,23 bis 0,26 für Wishart's Similarity Ratio generell zur Abgrenzung von Vegetationseinheiten heranziehen, die eine auffallende Übereinstimmung mit neueren Assoziationskonzepten aufweisen. Eine weitere Untergliederung der Assoziationen – die durch eine numerische Behandlung schon mit wenigen Aufnahmen bei entsprechend großräumigem Vergleich abgesichert werden können – ist auf einem Niveau darüberliegender Ähnlichkeit möglich. Eine Übereinstimmung etwa mit Subassoziationen muß jedoch hier unentschieden bleiben. Dagegen bietet das Ähnlichkeitsniveau von 0,12 bis 0,15 (für Wishart's Similarity Ratio) gute Hinweise zur Gruppierung von Gesellschaften zu Verbänden. Als ein wesentliches Ergebnis der numerischen Behandlung kann die Bedeutung der jeweiligen Deckungsverhältnisse für eine Gesellschaftsgliederung hervorgehoben werden. Dies wird entsprechend unterstützt durch varianzanalytische Testverfahren.

Indirekte und direkte Gradientenanalyse (darunter PCA und NMDS als wesentliche Ordinationsverfahren) werden eingesetzt, um die floristische Datenstruktur in Bezug zu den Standortfaktoren zu setzen. Schon für Gesellschaftsgruppen und Verbände werden die Aussagemöglichkeiten von topographischen Faktoren und mittleren Zeigerwerten deutlich. Dennoch können diese – mit möglicher Ausnahme der Bodenreaktion – nicht alleine die floristische und standörtliche Variation erklären. Zusätzliche Faktoren wie Schätzparameter zu Feinerdegehalt, Schuttverteilung, Substratbeweglichkeit und möglicherweise am wichtigsten zur Dauer der Vegetationsperiode wurden zwar mit den floristischen Daten miterhoben, warten allerdings noch auf ihre Auswertung.

Entgegen vorherrschender Meinung, daß Kalkschneeböden erst in den höheren und höchsten Lagen der alpinen bis subnivalen Stufe zur Entwicklung kommen, kann mit dieser Arbeit nachgewiesen werden, daß das Optimum der Höhenverbreitung vieler Kalkschneeboden-Gesellschaften in der unteren alpinen Stufe liegt, viele zeigen darüberhinaus auch in subalpinen Lagen gut definierte Ausbildungen. Begünstigt wird dies besonders im Ostteil der Nördlichen Kalkalpen durch schneereiche Plateaulagen mit Karsthohlformen, die infolge

beschatteter Schutteinhänge Standorte mit deutlich ausgeglichenerem Hydroregime bieten, in denen eigentliche Schuttpflanzen aus Konkurrenzgründen aber zurücktreten.

Mit einigen Beispielen kann auch nachgewiesen werden, daß Kryptogamen, darunter besonders Laubmoose, bestandscharakterisierende Arten für die Schneebodenvegetation kalkalpiner Standorte darstellen. Zu nennen sind etwa *Pseudoleskeella catenulata*, *Tortula norvegica*, *Bryum pseudotriquetrum* oder *Sanionia uncinata*. Diese Arten sind nicht unregelmäßige Begleiter, sondern sind wichtige Strukturelemente der Kalkschuttschneeböden und *Salix*-Spaliere sowie auch am Aufbau eigener Moosgesellschaften maßgeblich beteiligt.

Die Analyse eigener Daten aus mehreren Gebieten der Nordostalpen und der Vergleich mit Vegetationsaufnahmen und -beschreibungen aus der Literatur führt zur Abgrenzung einer Reihe von Syntaxa mit entsprechenden Konsequenzen der Namensgebung der Syntaxa. So müssen etwa guteingeführte Namen wie das Arabidetum caeruleae oder das Thlaspietum rotundifolii in einem engeren Sinn gefaßt werden. Entsprechende Syntaxa der mittleren und östlichen Ostalpen müssen aufgrund ihrer floristischen Eigenständigkeit und infolge der Prioritätsregeln der pflanzensoziologischen Nomenklatur als eigene Assoziationen beschrieben werden.

Sowohl Clusteranalysen und Ordinationen basierend auf floristischen Kriterien als auch Gradientenanalysen bei zugrundegelegten Standortfaktoren bzw. Ellenberg-Zahlen stützen die Gesellschaftsgliederungen und die Gruppierung der beschriebenen Gesellschaften (Assoziationen) zur syntaxonomisch höheren Einheit des Verbandes. Als neu erkannt werden die Verbände Nardo-Salicion herbaceae, Salici herbaceae-Arabidion caeruleae und Soldanello alpinae-Salicion retusae, die sowohl floristisch als auch ökologisch definiert werden können. Nicht die getrennte Analyse mit verschiedenen numerischen Verfahren, sondern gerade ihre Kombination – wie am Beispiel der multidimensionalen Skalierung unter Verwendung der Ergebnisse der Clusterverfahren und mittlerer Zeigerwerte gezeigt – macht erst weitreichende Interpretationen möglich.

Trotz der deutlichen Trennung der Kalk(schutt)schneeböden von Silikatschneeböden bei großer floristischer Ähnlichkeit zu Kalkschuttfluren, kann auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen in keiner Weise eine weitere Hierarchisierung der Einheiten zu Ordnungen oder Vegetationsklassen begründet werden. Weder floristische Ähnlichkeit, noch das Charakterartenkonzept kann bei den betrachteten Pflanzengesellschaften dazu einen gewinnbringenden Beitrag leisten. Dies dürfte zu einem großen Teil darauf zurückzuführen sein, daß die Syntaxa höherer Einheiten zunehmend (und entgegen dem floristischen Konzept der Charakterartenlehre Braun-Blanquet's) in unterschiedlicher Gewichtung nach standortsökologischen, physiognomischen oder phytogeographischen Kriterien hierarchisiert wurden.

Wenn die vorliegende Arbeit manche Unklarheiten im Falle der Vegetation von Schneebodenstandorten aufzeigen und möglicherweise auch klären konnte, so bleiben dennoch viele Detailfragen offen. Dies betrifft im wesentlichen die detaillierte und quantifizierte Analyse von Gesellschaften in Hinblick auf die zugrundeliegenden Standortparameter als auch die Bedeutung arealgeographischer Phänomene für die Entwicklung von Pflanzengesellschaften. Ich hoffe, daß mit diesen ersten Untersuchungen genügend Anstöße gegeben sind.

## Literaturverzeichnis

- ADLER, W., OSWALD, K. & FISCHER, R. 1994. Exkursionsflora von Österreich. Bestimmungsbuch für alle in Österreich wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen). Hrsg. v. M. A. FISCHER. Ulmer, Stuttgart-Wien.
- AICHINGER, E. 1933. Vegetationskunde der Karawanken. Pflanzensoziologie, Jena, 2: 7+329 pp.
- AICHINGER, E. 1963. Vom Pflanzenleben in der Gurkniederung. Carinthia II 153 [=73]: 227-292.
- AMPFERER, O. 1932. Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- AMPFERER, O. 1932. Geologische Karte der Lechtaler Alpen, 4 Blätter 1:25 000. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- ANDORFER, G. 1981. Zur Geologie von Langbathzone und Höllengebirgsnordrand. Diss. Univ. Innsbruck.
- AUSTIN, M. P. 1976. On non-linear species response models in ordination. *Vegetatio* 33: 33-41.
- AUSTIN, M. P. 1976. Performance of four ordination techniques assuming three different non-linear species response models. *Vegetatio* 33: 43-49.
- AUSTIN, M. P. 1980. Searching for a model for use in vegetation analysis. *Vegetatio* 42: 11-21.
- AUSTIN, M. P. 1985. Continuum concept, ordination methods and niche theory. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16: 39-61.
- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W. & WEIBER, R. 1990. Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung, 6. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- BARKMAN, J. J. 1989. A critical evaluation of minimum area concepts. *Vegetatio* 85: 89-104.
- BARKMAN, J. J. 1989. Fidelity and character species, a critical evaluation. *Vegetatio* 85: 105-116.
- BARKMAN, J. J., DOING, H. & SEGAL, S. 1964. Kritische Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.* 13: 394-419.
- BARKMAN, J. J., MORAVEC, J. & RAUSCHERT, S. 1986. Code of Phytosociological nomenclature/Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur/Code de nomenclature phytosociologique. 2nd edition – 2. Auflage – 2ème édition. *Vegetatio* 67, 3: 145-195.
- BARSCHE, D. & CAINE, N. 1984. The nature of mountain geomorphology. *Mountain Research Development* 4, 4: 287-298.
- BARTSCH, J. & BARTSCH, M. 1940. Vegetationskunde des Schwarzwaldes. Pflanzensoziologie, Jena, 4: 224 pp.
- BAUER, F. 1954. Verkarstung und Bodenschwund im Dachsteingebiet. *Mitt. Höhlenkommission* 1953: 53-63.
- BAUER, F. 1958. Nacheiszeitliche Forstformen in den österreichischen Kalkhochalpen. *Actes 2<sup>m</sup>e CIS*, Bari, Lecce, Salerno, 1: 299-328.
- BAUER, F. 1958. Vegetationsveränderungen im Dachsteingebiet zwischen 1800 und 1950. *Cbl. Ges. Forstwesen* 75: 298-320.
- BAUER, F. 1989. Die unterirdischen Abflußverhältnisse um Dachsteingebiet und ihre Bedeutung für den Karstwasserschutz. *Reports UBA-89-028*, Wien, : 73 pp.
- BÉGUIN, C. & THEURILLAT, J.-P. 1982. Une association végétale des zones humides périglaciaires de l'étage alpine sur silice: Le Salici herbaceae-Caricetum lachenalii. *Bull. Murithiene* 99: 33-60.
- BÉGUIN, C. 1972. Contribution à l'étude phytosociologique et écologique de Haut-Jura. *Mat. Levé Géobot. Suisse* 54: 1-190.
- BÉGUIN, C. 1972. Contribution à l'étude pyhtosociologique et écologique du Haut-Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 54: 190 pp., 1 cart.
- BÉGUIN, C. 1972. Contribution à l'étude pyhtosociologique et écologique du Haut-Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 54: 190 pp., 1 cart.
- BELBIN, L. & McDONALD, C. 1993. Comparing three classification strategies for use in ecology. *J. Veget. Sci.* 4, 3: 341-348.
- BELDIE, A. L. 1967. Flora si vegetatia Muntior Bucegi. Edit. Academici, Bucuresti.
- BÖCKER, R., KOWARIK, I. & BORNKAMM, R. 1983. Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. *Verh. Ges. Ökol* 11: 35-56.
- BORTZ, J. 1989. Statistik. Für Sozialwissenschaftler, 3. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- BORTZ, J., LIENERT, G. A. & BOEHNKE, K. 1990. Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

- BRACKEL, W. VON & SUCK, R. 1987. Die Pflanzengesellschaften Deutschlands mit ihren Charakter- und Differentialarten. Veröff. Bund Ökol. Bayerns 1: 1-44.
- BRAUN, J. 1913. Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontischen Alpen. Ein Beitrag des Pflanzenlebens an seinen äußersten Grenzen. Neue Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 48: 7+347 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. & JENNY, H. 1926. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des *Caricion curvulae*). Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 63: 183-349.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1918. Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. Beitr. Geobot. Landesaufn. 4: 1-69.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1930. Zentralalpen und Tatra, eine pflanzensoziologische Parallele. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 6: 81-123.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1948. La végétation alpine des Pyrénées orientales. Comm. S. I. G. M. A., Barcelona, 98: 306 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1948. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätens. I. Vegetatio 1: 29-41.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1949. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätens. II. Vegetatio 1: 129-146.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1949. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätens. III. Vegetatio 1: 285-316.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensoziologie, 3. Aufl. Springer, Wien.
- BRAUN-BLANQUET, J., EMBERGER, J. & MOLINIER, R. 1947. Instructions pour l'établissement de la Carte des Groupements Végétaux. Montpellier.
- BRAY, J. R. & CURTIS, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27: 325-349.
- BROCKMANN-JEROSCH, H. 1907. Die Pflanzengesellschaften der Schweizeralpen. I. Teil. Die Flora des Puschlav (Bezirk Bernina, Kanton Graubünden) und ihre Pflanzengesellschaften. Engelmann, Leipzig.
- CAMPBELL, B. M. 1978. Similarity coefficients for classifying relevés. Vegetatio 37: 101-109.
- CARLOS, M. & GREIG-SMITH, P. 1990. Correspondence Analysis of species by environmental variable matrices. J. Veget. Sci. 1, 4: 453-460.
- CHRIST, H., 1879. Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich.
- COLDEA, G. 1985. Neue Schneebodengesellschaften im Rodna-Gebirge. Rev. Roum. Biol., Ser. Biol. Veget. 30, 2: 101-107.
- COLDEA, G. 1990. Muntii Rodnei. Studiu geobotanic. Bucuresti.
- COLDEA, G. 1991. Prodrome des associations vegetales des Carpates du sud-est (Carpates Roumaines). Doc. Phytosoc. N. S. 13: 539 pp.
- CZEKANOWSKI, J. 1909. Zur Differential-Diagnose der Neandertalgruppe. Korrespondenzbl. Deutsch. Ges. Anthropol. 40: 44-47.
- DAGNELIE, P. 1982. Factor Analysis. In WHITTAKER, R. H. (Ed.), Ordination of Plant Communities, Dr W. Junk, The Hague.
- DALE, M. B. 1975. On objectives of methods of ordination. Vegetatio 30: 15-32.
- DALE, M. B., DALE, P. E. R., 1986. Similarity and structured attributes in ecological classification. Abstracta Bot. 10: 17-34.
- DEICHSEL, G. & TRAMPISCH, H.-J. 1985. Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- DEL-NEGRO, W. 1977. Abriß der Geologie von Österreich. Geol. Bundesanst., Wien.
- DIERSCHKE, H. 1981. Zur syntaxonomischen Bewertung schwach gekennzeichnete Pflanzengesellschaften. In DIERSCHKE, H. (Red.), Syntaxonomie (Rinteln 31. 3. – 3. 4. 1980). – Ber. Intern. Symp. Intern. Vereinigung Vegetationsk., Vaduz, 109-122.
- DIERSCHKE, H. 1992. Zur Begrenzung des Gültigkeitsbereiches von Charakterarten. Neue Vorschläge und Konsequenzen für die Syntaxonomie. Tuexenia 12: 3-11.
- DIERSCHKE, H. 1994. Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. E. Ulmer, Stuttgart.
- DIERBEN, K. 1984. Vergleichende vegetationskundliche Untersuchungen an Schneeböden (Zur Abgrenzung der Klasse *Salicetea herbaceae*). Ber. Deutsch. Bot. Ges. 97: 359-382.
- DIERBEN, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

- DIERBEN, K. 1992. Zur Synsystematik nordeuropäischer Vegetationstypen. 1. Alpine Vegetation und floristisch verwandte Vegetationseinheiten tieferer Lagen sowie der Arktis. Ber. R.-Tüxen-Ges. 4: 191-226.
- DIERBEN, K. 1996. Die Vegetations Nordeuropas. Ulmer, Stuttgart.
- DIETVORST, P., MAAREL, E. VAN DER & PUTTEN, H. VAN DER. 1982. A new approach to the minimal area of a plant community. Vegetatio 50: 77-91.
- DIGBY, P. G. N. & KEMPTON, R. A. 1987. Multivariate Analysis of Ecological Communities. Population and Community Biology Series 5. Chapman & Hall. 206 pp.
- DIRNBÖCK, TH. & GREIMLER, J. 1997. Subalpin-alpine Vegetationskartierung der Raxalpe, nordöstliche Kalkalpen. Vegetationskarte 1:12 500. Linzer Biol. Beitr. 29, 1/2: 299-339, 623-640.
- DIZDAREVIC, M., LAKUSIC, R., PAVLOVIC, D. & al. 1979. Pregled ekosistema planina Vranica u Bosni. (Die Ökosysteme des Vranica Gebirges in Bosnien). Drudi Kongres Ekologa Jugoslavije Kujiga. 1: 435-469. Zagreb.
- DOING, H. 1954. L'analyse des carrés permanents. Acta Bot. Neerl. 18: 398-400. [Kroat., mit dt. Zusammenfassung.]
- DOING, H. 1969. Assoziationstabellen von niederländischen Wäldern und Gebüsch. Wageningen.
- DOMIN, K. 1933. Die Vegetationsverhältnisse in den rumänischen Südkarpaten. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 10: 96-144.
- DONGUS, H. 1984. Grundformen des Reliefs der Alpen. Geogr. Rundschau 36, 8: 389-394.
- DU RIETZ, G. E. 1921. Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Uppsala.
- DURWEN, K.-J. 1982. Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -planung mit Hilfe der EDV. Arbeitsber. Lehrstuhl Landschaftsökol. Münster 5: 138 pp.
- DUVIGNEAUD, J., DURIN, L. & MULLENDERS, W. 1970. La végétation des éboulis de Pagny-La-Blanche-Côte (Meuse, France). Vegetatio 20: 48-73.
- EGGENBERG, S. 1995. A biogeographical comparison of the timberline of the Northern, Central and Southern Swiss Alps. [germ.] Mitt. Naturf. Ges. Bern 52: 97-120.
- EGGENSBERGER, P. 1994. Die Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe der Ammergauer Alpen und ihre Stellung in den Ostalpen. Ber. Bayer. Bot. Ges., Beih. 8: 1-239.
- EGGLER, J. 1952. Übersicht der höheren Vegetationseinheiten der Ostalpen. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 81/82: 28-41.
- EHRENDORFER, F. (Ed.) 1973. Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. Aufl., bearb. v. W. Gutermann unter Mitwirkung v. H. Niklfeld. G. Fischer, Stuttgart.
- EIMER, E. 1978. Varianzanalyse. Eine Einführung. Kohlhammer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1950. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. I. Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. E. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1950. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. II. Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. E. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1952. Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtschaftl. Pflanzensoz. 2: 1-143.
- ELLENBERG, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In WALTER, H. (Ed.), Einführung in die Phytologie. 4, 1: 1-136. E. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1974. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobot. 9: 97 pp.
- ELLENBERG, H. 1979. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. Scripta Geobot. 9: 122 pp.
- ELLENBERG, H. 1986. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, 4. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1991. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne *Rubus*). In ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R. & AL.,, Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. 18: 9-166.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R. & al. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot. 18: 248 pp.
- ELLMAUER, T. 1994. Syntaxonomie der Frischwiesen (*Molinio-Arrhenatheretea* p. p.) in Österreich. Tuexenia 14: 151-168.
- EMBLETON, C. (Ed.) 1983. Geomorphology of Europe. Verlag Chemie, Weinheim.

- EMBLETON, C. 1983. Chapter 1. Structural and Tectonic Framework of the Continent of Europe. 1. 1 Introduction In EMBLETON, C. (Ed. ), Geomorphology of Europe, Verlag Chemie, Weinheim.
- ENGLISCH, TH. 1993. Beiträge zur Synsystematik und Standortsökologie der Schneebodenvegetation in den Nördlichen Kalkalpen. Vortrag am 7. Österreichisches Botanikertreffen 10. – 13. 6. 1993 in Neukirchen am Großvenediger. Salzburg.
- ENGLISCH, TH. 1993. ELLVAL – Program for Computing Bioindication Values, Version 1. 0. Inst. f. Pflanzenphys. Univ. Wien
- ENGLISCH, TH. 1993. Salicetea herbaceae. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- ENGLISCH, TH. 1995. Zur Gattung *Pritzelago* in den Ostalpen. 8. Österreichisches Botanikertreffen, Pörschach am Wörther See 1995. – Carinthia II, Sonderheft, Klagenfurt, 53: 16-18.
- ENGLISCH, TH. 1999. Laubmoosgesellschaften als Vegetationstyp in Schneeböden der Nordostalpen. – Zool.-Bot. Ges. Österreichs (in press).
- ENGLISCH, TH., VALACHOVIC, M., MUCINA, L. & al. 1993. Thlaspietea rotundifolii. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- EPPINK, J. H. M. 1981. Seslerietalia-Gesellschaften des Hochschneebergs, Niederösterreich, ihre floristische Zusammenstellung und Struktur. Afdeling Geobotanie, Katholieke Univ. Nijmegen, Nijmegen.
- ERSCHBAMER, B. 1989. Vegetation on avalanche paths in the alps. *Vegetatio* 80, 2: 139-146.
- ERSCHBAMER, B. 1990. Substratabhängigkeit alpiner Rasengesellschaften. *Flora* 184, 6: 389-403.
- EVANS, F. C. & DAHL, E. 1955. The vegetational structure of an abandoned field in Southeastern Michigan and its relation to environmental factors. *Ecology* 36: 685-706.
- EVANS, F. C. & FONDA, R.W. 1990. The Influence of snow on subalpine meadow community pattern, North Cascades, Washington. *Canad. J. Bot.* 68: 212-220.
- FASHAM, M. J. R. 1977. A comparison of nonmetric multidimensional scaling, principal components analysis and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclines and coenoplanes. *Ecology* 58: 551-561.
- FEOLI, E. & LAUSI, D. 1980. Hierarchical levels in syntaxonomy based on information functions. *Vegetatio* 42: 113-115.
- FEOLI, E. & ORLÓCI, L. (Eds. ) 1991. Computer assisted vegetation analysis. *Handbook of Vegetation Science*, Dordrecht, Boston, London, 11: 498 pp.
- FEOLI-CHIAPELLA, L. & FEOLI, E. 1977. A numerical phytosociological study of the summits of the Majella Massive (Italy). *Vegetatio* 34: 21-39.
- FERRARI, C. & ROSSI, G. 1995. Relationships between plant communities and late snow melting on Mount Prado (Northern Apennines, Italy). *Vegetatio* 120, 1: 49-58.
- FINK, J. 1969. Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs. *Mitt. Österr. Bodenk. Ges.* 13: 3-95.
- FINK, M. 1976. Zum Stand der phänomenologischen und typologischen Karstforschung. *Mitt. Österr. Geogr. Ges.* 118: 211-236.
- FINK, M. 1993. Geographie von Österreich. In MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Anthropogene Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- FINK, M. H. 1973. Der Dürrenstein – ein Karstgebiet in den niederösterreichischen Kalkalpen. *Die Höhle, Wiss. Beihefte* 22: 1-144.
- FISCHER, B. 1932. Höhengrenzen der Vegetation auf Schneeberg und Rax. *Diss. Univ. Wien*.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F. 1984. Geologie der Österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. Steiermark. Erläuterungen zur geologischen Karte der Steiermark 1:200. 000. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- FLURY, B. & RIEDWYL, H. 1983. *Angewandte multivariate Statistik*. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- FRAHM, J.-P., FREY, W. 1992. *Moosflora*, 3. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- FRANKENBERG, P. 1982. *Vegetation und Raum*. UTB (1177), Stuttgart.
- FRANZ, H. 1979. *Ökologie der Hochgebirge*. E. Ulmer, Stuttgart.

- FRANZ, W. R. 1979. Floristische und vegetationskundliche Notizen zum Gebiet der Tschepaschlucht und ihrer Umgebung (Südkärnten). Ber. Bundes-Oberstufenrealgymn. Klagenfurt 1978/79: 44-48.
- FRESCO, L. F. M. 1982. An analysis of species response curves and of competition from field data: some results from heath vegetation. *Vegetatio* 48: 175-185.
- FREY, E. 1922. Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Besiedlungsweise von kalkarmen Silikatfels- und Silikatschuttböden. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1921: 85-265.
- FRIEDEL, H. 1935. Beobachtungen an den Schutthalden der Karawanken. *Carinthia* II 45: 21-33.
- FRIEDEL, H. 1956. Alpine Vegetation des obersten Mölltales (Hohe Tauern) *Wiss. Alpenvereinshefte*, Innsbruck, 16.
- FRIES, T. C. E. 1913. Botanische Untersuchungen im nördlichen Schweden. Ein Beitrag zur Kenntnis der alpinen und subalpinen Vegetation in Torne Lappmark. Uppsala.
- FRITSCH, K. 1922. Exkursionsflora für Österreich und die ehemals österreichischen Nachbargebiete, 3. Aufl. J. Cramer, Wien, Nachdruck 1973.
- FRÖHNER, S. 1983. 7 neue *Alchemilla*-Arten aus den Alpen. *Feddes Repert.* 94: 1-26.
- FRÖHNER, S. 1986. Drei neue *Alchemilla*-Arten aus der Steiermark. *Mitt. Abt. Zool. Bot. Landesmus. Joanneum Graz* 13/14: 55-62.
- FRÖHNER, S. 1986. Zur infragenerischen Gliederung der Gattung *Alchemilla* L. in Europasien. *Gleditschia* 14: 3-49.
- FRÖHNER, S. 1992. *Alchemilla*-Arten auf dem Dachstein. unveröff. Manusk., Nossen.
- FRY, J. C. (Ed.) 1993. *Biological Data Analysis. A Practical Approach*. Oxford Univ. Press.
- GAMS, H. 1927. Von den Follatères zur Dent de Morcles. *Beitr. Geobot. Landesaufn.* 15: 760 pp.
- GAMS, H. 1932. Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. *Z. Ges. Erdk. Berlin* 1932: 52-68, 178-198, 1 Kt.
- GAMS, H. 1936. Beiträge zur pflanzengeographischen Karte Österreichs I. Die Vegetation des Großglocknergebietes. *Abh. Zool.-Bot. Ges. Wien* 14, 2: 79 pp.
- GANSS, O., KÜMEL, F. & SPENGLER, E. 1954. Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. Aufgenommen 1936-1940 im Auftrage des Alpenvereines unter Leitung von Prof. Dr. E. Spengler. Mit einer geologischen Karte 1:25.000. *Wiss. Alpenvereinshefte* 15: 82 pp., 6 tt.
- GAUCH, H. G. & WHITTAKER, R. H. 1981. Hierarchical classification of community data. *J. Ecol.* 69: 537-557.
- GAUCH, H. G. 1973. The relationship between sample similarity and ecological distance. *Ecology* 54: 618-622.
- GAUCH, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. In BECK, E., BIRKS, H. J. B. & CONNOR, E. F. (Eds.). *Cambridge Studies in Ecology*, Cambridge, 1: 298 pp.
- GAUCH, H. G., CHASE, G. B., WHITTAKER, R. H., 1974. Ordination of vegetation samples by Gaussian species distribution. *Ecology* 55: 1382-1390.
- GAUCH, H. G., WHITTAKER, R. H. & SINGER, S. B. 1981. A comparative study of nonmetric ordinations. *J. Ecol.* 69: 135-152.
- GÉHU, J. M. 1992. Reflexions sur les fondements syntaxonomiques nécessaires a une synthese des vegetations a l'echelle du continent europeen et esquisse d'un synsysteme dans l'optique de la phytosociologie . . . Referate held on the Symposium "European Vegetation Survey", Roma March 13-14, 1992: 17 pp.
- GERDOL, R. & PICCOLI, F. 1982. A phytosociological numerical study of the vegetation above the timberline on Monte Baldo (N-Italy). *Phytocoenologia* 10, 4: 487-529.
- GEYER, G. & ABEL, O. 1922. Erläuterungen zur geologischen Karte der Republik Österreich, Gmunden und Schafberg. *Geol. Bundesanstalt*, Wien.
- GJAEREVOLL, O. 1949. Snoleievegetasjonen i Oviksfjellene. *Acta Phytogeogr. Suec.* 25: 1-106.
- GJAEREVOLL, O. 1950. The snow-bed vegetation in the surrounding of Lake Torneträsl, Swedish Lappland. *SSvensk Bot. Tidskr.* 44: 387-440.
- GJAEREVOLL, O. 1956. The plant communities of the Scandinavian alpine snow-beds. *Det Kongl. Norske Vidensk. Selskals Skrifter* 1: 1-405.
- GLAVAC, V. 1996. *Vegetationsökologie. Grundfragen, Aufgaben, Methoden*. G. Fischer, Jena.
- GOODALL, D. W. 1954. *Vegetation classification and vegetational continua*. *Angew. Pflanzensoz.*, Wien, Festschrift Aichinger 1: 168-182.

- GOODALL, D. W. 1980. Numerical methods of classification. In WHITTAKER, R. H. (Ed. ), Classification of Plant Communities, W. Junk, The Hague.
- GOTTFRIED, M., PAULI, H. & GRABHERR, G. 1994. Die Alpen im "Treibhaus": Nachweise für das erwärmungsbedingte Höhersteigen der alpinen und nivalen Vegetation. Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt 59: 13-27.
- GOWER, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika 53: 325-338.
- GRABHERR, G. & POLATSCHKEK, A. 1986. Lebensräume und Flora Vorarlbergs. Vorarlberger Verlagsanstalt, Dornbirn.
- GRABHERR, G. 1982. Die Analyse alpiner Pflanzengesellschaften mit Hilfe numerischer Ordinations- und Klassifikationsverfahren. Stapfia 10: 149-160.
- GRABHERR, G. 1984. Biotopinventar Montafon. Studie im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung. unveröff. Manuskript.
- GRABHERR, G. 1985. Numerische Klassifikation und Ordination in der alpinen Vegetationsökologie als Beitrag zur Verknüpfung moderner "Computermethoden" mit der pflanzensoziologischen Tradition. Tuexenia, N. S. 5: 181-190.
- GRABHERR, G. 1989. On community structure in high alpine grasslands. Vegetatio 83, 1-2: 223-228.
- GRABHERR, G. 1993. Caricetea curvulae. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- GRABHERR, G. 1993. Carici rupestris-Kobresietea bellardii. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- GRABHERR, G. 1993. Loiseleurio-Vaccinietea. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- GRABHERR, G. 1997. The high-mountain ecosystems of the alps. In WIEGOLASKI, F. E. (Ed. ), Polar and alpine Tundra. – Ecosystems of the World 3: 97-121. Elsevier.
- GRABHERR, G., (ed. ) 1988. Biotopinventar Vorarlberg. Teilinventar Brandnertal. Bregenz, Manuskript, Vorarlberger Landschaftspflegefonds.
- GRABHERR, G., (ed. ) 1988. Biotopinventar Vorarlberg. Teilinventar Hinterer Bregenzerwald. Bregenz, Manuskript, Vorarlberger Landschaftspflegefonds.
- GRABHERR, G., GOTTFRIED, M. & PAULI, H. 1994. Climate effects on mountain plants. Nature (London) 369 [No. 6480]: 448.
- GRABHERR, G., GREIMLER, J. & MUCINA, L. 1993. Seslerietea albicantis. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- GRABHERR, G., LATZIN, S. & ENGLISCH, TH. 1991. Alpine Flora und Vegetation. Führer zur Exkursion durch die Ostalpen der Abteilung für Vegetationsökologie und Naturschutzforschung, 30. Juni bis 12. Juli 1991. Wien.
- GRABHERR, G., MUCINA, L., DALE, M. B. & TER BRAAK, C. J. F. 1989. Theme: progress in theoretical vegetation science. Vegetatio 83, 1-2: 277 pp.
- GRABNER, S. 1989. Synökologische Untersuchungen in Schneeboden-, alpinen Rasen- und Windkantengesellschaften der Hohen und Niederen Tauern. Dipl. Univ. Salzburg.
- GRACANIN, Z. 1972. Vertikale und horizontale Verteilung der Bodenbildung auf Kalk und Dolomit im mittleren Abschnitt der Alpen. Mitt. Deutsch. Bodenk. Ges. 15: ??
- GREIG-SMITH, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. Studies in Ecology 9: 1-360.
- GREIMLER, J. & DIRNBÖCK, TH. 1996. Die subalpine und alpine Vegetation des Schneebergs, Niederösterreich. Vegekationskarte im Maßstab 1:20 000 und Beschreibung der Vegetation. Linzer Biol. Beitr. 28, 1: 437-482.
- GREIMLER, J. & DIRNBÖCK, TH. 1996. Die subalpine und alpine Vegetation des Schneebergs, Niederösterreich. Vegetationskarte im Maßstab 1:10. 000 und Beschreibung der Vegetation. Linz. Biol. Beitr. 28: 437-482.

- GREIMLER, J. 1991. Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (Nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). Diss. Univ. Wien.
- GREIMLER, J. 1997. Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). Mitt. Landesmus. Joanneum, Graz 25/26: 1-238.
- GRIMS, F. 1982. Über die Besiedlung der Vorfelder einiger Dachsteingletscher (Oberösterreich). Stapfia 10: 203-233.
- GROENEWOUD, H. VAN. 1992. The robustness of Correspondence, Detrended Correspondence and TWINSpan Analysis. J. Veget. Sci. 3, 2: 239-246.
- GROTZBACH, E. 1985. Höhengrenzen und Höhenstufen. Geogr. Rundschau 37, 7: 339-344.
- GUMPENMAYER, F. 1967. Die Vegetation und ihre Gliederung in den Leoganger Steinbergen. Diss. Univ. Innsbruck.
- HADERLAPP, P. 1982. Alpine Vegetation der Steiner Alpen. Carinthia II, Sonderh. 40: 63pp., [1] tab.
- HARTL, H. 1963. Vegetation des Eisenhutes im Kärntner Nockgebiet. Carinthia II 73: 293-336.
- HARTL, H. 1978. Vegetationskarte der Großfragant (Hohe Tauern). Carinthia II 88 [=168]: 339-367.
- HARTUNG, J. & ELPELT, B. 1992. Multivariate Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Oldenburg, München, Wien.
- HARTUNG, J., ELPELT, B. & KLÖSENER, K. H. 1989. Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, 7. Aufl. Oldenburg, München, Wien.
- HAUPT, W. 1983. Die aktuelle Vegetation der östlichen Lechtaler Alpen: I. Waldgesellschaften. Veröff. Tiroler Landesmus. Ferdinandeum 63: 11-67.
- HAUPT, W. 1985. Die aktuelle Vegetation der östlichen Lechtaler Alpen: II. Strauch-, Fels-, Schutt-, Schnee- und Feuchtbiotopgesellschaften. Veröff. Tiroler Landesmus. Ferdinandeum 65: 13-57.
- HEER, O., 1835. Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teiles des Kts. Glarus (Sernftal). Mitteilungen aus dem Gebiet der theoretischen Erdkunde. Zürich.
- HEGI, G. 1935-1984. Illustrierte Flora von Mitteleuropa, 2. und 3. Aufl. Parey, Berlin-Hamburg.
- HEISELMAYER, P. 1982. Die Pflanzengesellschaften des Tappenkars (Radstätter Tauern). Stapfia 10: 161-202.
- HEISELMAYER, P., SCHNEIDER, W. & PLANK, H. 1982. Vegetationskundliche Luftbildauswertung am Beispiel der Umgebung des Glocknerhauses. Carinthia II 92: 225-240.
- HEJL, E., ROCKENSCHAUB, M. & SLAPANSKY, P. 1987. Geochronologische Daten aus den Schladminger Tauern und ihre geologische Interpretation. In MATURA, A. (Ed.), Tagungsband der Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt Pichl-Preunegg 14. bis 17. September 1987. Blatt 127 Schladming, Geol. Bundesanstalt, Wien.
- HEMETSBERGER, C. 1990. Über die hochalpine-nivale Vegetation der Niederen Tauern. Dipl. Univ. Salzburg.
- HERBST, W. 1980. Die Vegetationsverhältnisse des Obersulzbachtales Pinzgau – Salzburg. Diss. Univ. Salzburg.
- HERTER, W. 1990. Zur aktuellen Vegetation der Allgäuer Alpen. Die Pflanzengesellschaften des Hintersteiner Tales. Diss. Bot. 147: 124 pp., 55 Tab., 1 Karte.
- HESS, H., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. 1976-1980. Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete, 3 Bände, 2. Aufl. Birkhäuser, Basel, Stuttgart.
- HILL, M. O. & GAUCH, H. G. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetatio 42: 47-58.
- HILL, M. O. 1979. DECORANA: a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology & Systematics, Cornell University, Ithaca, New York.
- HILL, M. O. 1979. TWINSpan – a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology & Systematics, Cornell University, Ithaca, New York.
- HOLUB, J., HEJNY, S., MORAVEC, J. & NEUHÄUSL, R. 1967. Übersicht der höheren Vegetationseinheiten der Tschechoslowakei. Rozpr. CSAV 77, 3: 1-75.
- HÖPFLINGER, F. 1957. Die Pflanzengesellschaften des Grimminggebietes. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 87: 74-113, 18 tt.
- HÖRANDL, E. 1991. Die Gattung *Salix* in Österreich (mit Berücksichtigung angrenzender Gebiete). Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 27: 170 pp.

- HÖRANDL, E. 1993. Revision der *Saxifraga sedoides*-Gruppe (*Saxifragaceae*) hinsichtlich Systematik, Verbreitung und Vegetationsanschluß. *Phyton (Austria)* 33: 87-119.
- HORVAT, I. 1931. Vegetacijske studije o hrvatskim planinama. II. Zadrge na planinskim stijenama i toccilima. [Vegetationsstudien in den kroatische Alpen. II. Alpine Felsspalten und Geröll-Gesellschaften. ] *Bull. Int. Acad. Youg. Sci Arts, Cl. Sci. Math. Nat.* 25: 147-206.
- HORVAT, I. 1936. Zur Erforschung der Hochgebirgsvegetation des Vardarbanats. *Bull. Int. Acad. Youg. Sci. Beaux-Arts, Cl. Sci Math. Nat.* 29/30: ??
- HORVAT, I., GLAVAC, V. & ELLENBERG, H. 1974. Vegetation Südosteuropas. *Geobot. Selecta* 4.
- HOTELLING, H. 1933. Analysis for a complex of statistical variables into principal components. *J. Ed. Psych.* 24: 417-441, 498-520.
- HÜBL, E. & HOLZNER, W. 1975. Grundzüge der Vegetationsgliederung Niederösterreichs. *Phytocoenologia* 2: 312-328.
- HÜBL, E. & NIKLFELD, H. 1973 Über die Regionale Differenzierung von Flora und Vegetation in den österreichischen Alpen. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 19: 147-164.
- HÜBSCHMANN, A. VON. 1986. Prodomus der Moosgesellschaften Zentraleuropas. *Bryophytorum Bibliotheca*, Berlin, Stuttgart, 32: 413 pp.
- HULT, R. 1881. Försöl till analytisk behandling af växtformationerna. *Meddn. Soc. Flauna Flora Fenn.* 8: 1-155.
- HUSEN, D. VAN. 1977. Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal. *Geologische Bundesanstalt, Wien.*
- HUSEN, D. VAN. 1987. Die Ostalpen in den Eiszeiten. *Geol. Bundesanst., Wien.*
- Hydrographischer Dienst in Österreich. 1973. Die Niederschäge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1961-1970. *Beitr. Hydrogeogr. Österr.* 43: 1-364.
- Hydrographischer Dienst in Österreich. 1983. Die Niederschäge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971-1980. *Beitr. Hydrogeogr. Österr.* 46: 1-453.
- Hydrographischer Dienst in Österreich. 1994. Die Niederschäge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981-1990. *Beitr. Hydrogeogr. Österr.* 52: 1-529.
- JACCARD, P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. *Bull. Soc. Vauc. Sci. Nat.* 37: 241-272.
- JACCARD, P. 1928. Die statistisch-floristische Methode als Grundlage der Pflanzensoziologie. *Handb. Biol. Arbeitsmeth.* 11, 5.
- JANIK, V. & SCHILLER, H. 1960. Beiträge zur alpinen Karstforschung. Heft 14. Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjaidalm. *Mitt. Österr. Bodenk. Ges.* 4: 31-44.
- JENNY-LIPS, H. 1930. Vegetationsbedingungen und Pflanzengesellschaften auf Felsschutt. *Bot. Centralbl., Beih.* 46, 2: 119-296.
- JOHNSON, R. W. & GOODALL, D. W. 1979. Maximum likelihood approach to non-linear ordination. *Vegetatio* 41: 133-142.
- JONGMAN, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F. & TONGEREN, O. F. R. VAN 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge Univ. Press, 2nd ed.
- KALELA, A. 1939. Über Wiesen und wiesenartige Pflanzengesellschaften auf der Fischerhalbinsel in Petsamo-Lappland. *Acta Forest. Fenn.* 48, 2: 523 pp.
- KALLIOLA, R. 1932. Alpiinisesta kasvillisuudesta kammikivialueella petsamon Lapissa. *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fennicae Vanamo* 2, 2: 121 pp.
- KALLIOLA, R. 1939. Pflanzensoziologische Untersuchungen in der alpinen Stufe Finnisch-Lapplands. *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fennicae Vanamo* 13, 2: 328 pp.
- KARRER, G. 1980. Die Vegetation im Einzugsgebiet des Grantenbaches südwestlich des Hochtores (Hohe Tauern). In FRANZ, H. (Ed. ), *Untersuchungen an alpinen Böden in den Hohen Tauern 1974-1978. Stoffdynamik und Wasserhaushalt. – Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern, Innsbruck*, 3: 35-67, 1 Kt.
- KÄSTNER, A. & KARRER, G. 1995. Übersicht der Wuchsformtypen als Grundlage für deren Erfassung in der "Flora von Österreich". *Fl. Austr. Novit.* 3: 1-51.
- KERNER, A. 1863. *Das Pflanzenleben der Donauländer*. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- KILIAN, W. 1954. Praktische Karstaufnahme im Dachsteingebiet. *Mitt. Höhlenkomm.* 1953: 97-107.

- KLEIN, J. C. 1982. Les groupements chionophiles de l'Alborz central (Iran): Comparaison avec leurs homologues d'Asie centrale. *Phytocoenologia* 10: 463-486.
- KLIMESOVA, J. 1992. Alpine plant communities with *Nardus stricta* in the Hruby Jeseník Mts. (The Sudeten Mts., Czechoslovakia): I. Description of the communities with respect to the dynamics of *Nardus stricta* coenopopulation *Preslia* 64, 3: 223-239.
- KLIMESOVA, J. 1993. Alpine plant communities with *Nardus stricta* in the Hruby Jeseník Mts. (The Sudeten Mts., Czech Republic): II. Relations between *Nardus stricta* communities and snow-cover. [tschech.] *Preslia* 65, 1: 63-75.
- KNAPP, R. 1958. Untersuchungen über die Entwicklung der Pflanzen nach dem Abschmelzen des Schnees in den Alpen. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 32: 44-47.
- KNAPP, R. 1960. Die Bedeutung der Dauer der Schneebedeckung für die Vegetation in subalpinen Lagen. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 33: 89-93.
- KOMÁRKOVÁ, V. 1979. Alpine vegetation of the Indian Peaks area, Front Range, Colorado Rocky Mountains. *Flora Veget. Mundi* 7: 1-591.
- KOMÁRKOVÁ, V. 1980. Classification and Ordination in the Indian Peaks Area Colorado Rocky Mountains. *Vegetatio* 42: 149-163.
- KOMÁRKOVÁ, V., 1981. Holarctic alpine and arctic vegetation: circumpolar relationships and floristic-sociological, high-level units. In DIERSCHKE, H., (eds.). *Syntaxonomie*. 451-476. Vaduz, J. Cramer.
- KORTEKAAS, W. M., MAAREL, E. VAN DER & BEEFTINK, W. 1976. A numerical classification of European *Spartina* communities. *Vegetatio* 33: 51-60.
- KOWARIK, I. & SEIDLING, W. 1989. Zeigerwertberechnungen nach ELLENBERG – Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. *Landschaft und Stadt* 21: 132-143.
- KRAJINA, V. 1933. Die Pflanzengesellschaften des Mlynica-Tales in den Vysoké Tatry (Hohe Tatra). I. Teil. *Bot. Centralbl., Beih.* 50, 2: 774-957.
- KRAL, F. 1979. Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. *Österr. Agrarverlag, Wien*.
- KRUSKAL, J. B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* 29: 1-27.
- KRUSKAL, J. B. 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika* 29: 115-129.
- KUBIENA, W. 1948. *Entwicklungslehre der Böden*. Springer, Wien.
- KUBIENA, W. L. 1948. *Entwicklungslehre des Bodens*. Springer, Wien.
- KUBIENA, W. L. 1953. *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas*. Ferdinand Enke, Stuttgart.
- KUDO, G. & ITO, K. 1992. Plant distribution in relation to the length of the growing season in a snow-bed in the Taisetsu Mountains, northern Japan. *Vegetatio* 98: 165-174.
- KUDO, G. 1992. Performance and phenology of alpine herbs along a snow-melting gradient. *Ecol. Research* 7, 3: 297-304.
- KÜNG, G. 1980. *Die aktuelle Vegetation des Brandnertales und ihre Kartierung*. Diss. Univ. Innsbruck.
- KUNTZE, H., ROESCHMANN, G. & SCHWERDTFEGER, G. 1988. *Bodenkunde*, 4. erw. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart.
- LAHNER, G. 1937. Morphologie des Salzkammergutes, I. Teil. *Mitt. Erdkunde* 6, 7-8: 73-97.
- LAHNER, G. 1937. Morphologie des Salzkammergutes, II. Die Karstlandschaft. *Mitt. Erdkunde* 6, 11-12: 123-154.
- LAKUSIC, R. & al. 1979. Struktura i dinamika ekosistema planine Vranice u Bosnui. *Drudi Kongres Ekdoga Jugoslavije Kujiga*. 1: 605-714.
- LAKUSIC, R. 1966. Vegetacija livada i pasnjaka na planini Bjelasici. *God. Biol. Inst. Univ. Sarajevo* 19: 25-186.
- LAKUSIC, R. 1970. Die Vegetation der südöstlichen Dinariden. *Vegetatio* 21: 321-373.
- LANDOLT, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 64: 208 pp.
- LANDOLT, E. 1983. Probleme der Höhenstufen in den Alpen. *Bot. Helv.* 93, 2: 255-268.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. *Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling*, Amsterdam, Oxford, New York, 3: 419 pp.
- LEHMKUHL, F., BOHNER, J. & ROST, K. T. 1992. Die nivale Höhenstufe und ein Versuch ihrer klimatischen Abgrenzung anhand ausgewählter Gebiete der Alpen und Skandinaviens. *Erdkunde* 46, 1: 3-13.

- LINNAEUS, C. 1753. *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatis, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, . . .*, 2. L. Salvius, Stockholmia.
- LIPPERT, W. & MERXMÜLLER, H. 1974. Untersuchungen zur Morphologie und Verbreitung der bayrischen Alchemillen (I). *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 45: 37-70.
- LIPPERT, W. & MERXMÜLLER, H. 1975. Untersuchungen zur Morphologie und Verbreitung der bayerischen Alchemillen (II). *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 46: 5-46.
- LIPPERT, W. & MERXMÜLLER, H. 1976. Untersuchungen zur Morphologie und Verbreitung der bayerischen Alchemillen (III). *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 47: 5-19.
- LIPPERT, W. & MERXMÜLLER, H. 1979. Untersuchungen zur Morphologie und Verbreitung der bayerischen Alchemillen (IV). *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 50: 29-65.
- LIPPERT, W. & MERXMÜLLER, H. 1979. Untersuchungen zur Morphologie und Verbreitung der bayerischen Alchemillen (IV). *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 50: 29-65.
- LIPPERT, W. & MERXMÜLLER, H. 1982. Untersuchungen zur Morphologie und Verbreitung der bayerischen Alchemillen V. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 53: 5-45.
- LIPPERT, W. 1966. Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 39: 67-122, 37 tt.
- LORENZ, R. J. 1992. *Grundbegriffe der Biometrie*, 3. Aufl. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- LÜDI, W. 1921. Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 9.
- MAAREL, E. VAN DER. 1969. On the use of ordination models in phytosociology. *Vegetatio* 19: 21-46.
- MAAREL, E. VAN DER. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39, 2: 97-114.
- MANDL, G. W. & MATURA, A. 1987. Schladminger Kristallin-Komplex. In MATURA, A., Tagungsband der Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt Pichl-Preunegg 14. bis 17. September 1987. Blatt 127 Schladming, Geol. Bundesanstalt, Wien.
- MANDL, G. W. 1987. Das kalkalpine Stockwerk der Dachstein-Region. In MATURA, A., Tagungsband der Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt Pichl-Preunegg 14. bis 17. September 1987. Blatt 127 Schladming, Geol. Bundesanstalt, Wien.
- MATUSKIEWICZ, W. & MATUSKIEWICZ, A. 1981. Das Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung der Vegetationseinheiten, erläutert am Beispiel der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen. *Ber. Intern. Symp. Intern. Vereinigung Vegetationsk.* 1980: 123-148.
- MAYER, H. 1974. *Wälder des Ostalpenraumes*, G. Fischer, Stuttgart.
- MAYR, A. 1954. *Hydrogeologische Studien im Dachsteingebiet*. Diss. Univ. Innsbruck.
- MCVEAN, D. N. 1964. Grass Heaths. In BURNETT, J. H., *The Vegetation of Scotland*, Oliver & Boyd, Edinburgh.
- MCVEAN, D. N. 1964. Moss Heaths In BURNETT, J. H., *The Vegetation of Scotland*,
- MEISEL, K., SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. 1983. Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1/100 000. 9. Teil: Blatt 4, Kitzbüheler Alpen. *Doc. Cart. Ecol.* 26: 29-48, 1 kt.
- MEISEL, K., SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. 1984. Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1/100 000. X. Teil: Blatt 3, Karwendelgebirge – Unterinntal. *Doc. Cart. Ecol.* 27: 65-84.
- MERXMÜLLER, H. & ZOLLITSCH, B. 1967. Über die Sonderstellung der Vegetation auf Kalkschieferschutt. *Aquilo, Bot.* 6: 228-240.
- MERXMÜLLER, H. 1952. Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. I. *Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere* 17: 96-133.
- MERXMÜLLER, H. 1953. Untersuchungen zur Arealbildung und Sippengliederung in den Alpen. II. *Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere* 18: 135-158.
- MERXMÜLLER, H. 1954. Untersuchungen zur Arealbildung und Sippengliederung in den Alpen. III. *Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere* 19: 97-139.
- MINCHIN, P. R. 1983. A comparative evaluation of techniques for ecological ordination using simulated vegetation data and an integrated ordination-classification analysis; of the alpine and subalpine plant communities of the Mt. Field Plateau, Tasmania. Ph. D. Thesis, Univ. Tasmania.
- MINCHIN, P. R. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio* 69: 89-107.

- MINCHIN, P. R. 1987. Simulation of multidimensional community patterns: towards a comprehensive model. *Vegetatio* 71: 145-156.
- MIREK, Z. & PIEKOS-MIRKOWA, H. 1992. Flora and Vegetation of the Polish Tatra Mountains. *Mountain Research Development* 12, 2: 147-173.
- MÖLLER, H. 1987. Wege zur Ansprache der aktuellen Bodenazidität auf der Basis der Reaktionszahlen von Ellenberg ohne arithmetisches Mitteln dieser Werte. *Tuexenia* 7: 499-505.
- MORACZEWSKI, I. R. 1993. Fuzzy logic for phytosociology. 1. Syntaxa as vague concepts. *Vegetatio* 106: 1-11.
- MORACZEWSKI, I. R. 1993. Fuzzy logic for phytosociology. 2. Generalization and prediction. *Vegetatio* 106: 13-20.
- MORAVEC, J. 1973. The determination of the minimal area of phytocoenoses. *Folia Geobot. Phytotax.* 8: 23-47.
- MOSER, R. & MAYR, A. 1959. Flächen- und Massenverluste der Dachsteingletscher. *Jahrb. Oberösterr. Musealver.* 104: 163-180.
- MOSER, R. 1959. Die Pflanzen der Moränen des Dachsteins. Mit einem florenkundlichen Beitrag von Volkmar Vareschi. *Jahrb. Oberösterr. Musealver.* 104: 181-200.
- MUCINA, L. & MAGLOCKY, S. (Ed. ) 1985. A list of vegetation units of Slovakia. *Doc. Phytosoc. N. S.* 9: 175-220.
- MUCINA, L. 1993. *Asplenietea trichomanis*. In GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Eds. ), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürliche waldfreie Vegetation*, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- MUCINA, L. 1993. Nomenklatorische und syntaxonomische Definitionen, Konzepte und Methoden. In MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (Eds. ), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Anthropogene Vegetation*, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- MUCINA, L., VALACHOVIC, M., JAROLIMEK, I. & al. 1990. The vegetation of rock fissures, screes, and snow-beds in the Pirin Planina Mountains (Bulgaria). *Studia Geobot.* 10: 15-58.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York, London, Sydney.
- MÜLLER, K. 1948. Die Vegetationsverhältnisse im Feldberggebiet. In MÜLLER, K. (Ed. ), *Der Feldberg im Schwarzwald*, Freiburg i. Br.
- NAGL, H. 1976. Die eiszeitliche Vergletscherung des Atterseegebietes. *Alpenvereinsjahrbuch* 1976: 230-232.
- NEVOLE, J. 1908. Vorarbeiten zu einer pflanzengeographischen Karte Österreichs. V. Das Hochschwabgebiet in Obersteiermark. *Abh. K. K. Zool.-Bot. Ges. Wien* 4, 4: 42 pp.
- NIKLFIELD, H. 1972. Charakteristische Pflanzenareale. *Atlas der Republik Österreich Kartentafel IV/1: a-i*.
- NIKLFIELD, H. 1972. Der niederösterreichische Alpenostrand – Glazialrefugien montaner Pflanzensippen. *Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere* 37: 42-88.
- NIKLFIELD, H. 1973. *Kartenblätter 21/22: Areale charakteristischer Gefäßpflanzen der Steiermark (I, II)*. Erläuterungen zum Atlas der Steiermark, Akademische Druck- und Verlagsgesellschaft, Graz.
- NIKLFIELD, H. 1973. Über Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Österreich und einigen Nachbargebieten. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien* 113: 53-69.
- NIKLFIELD, H. 1993. *Pflanzengeographie Österreichs*. In MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (Eds. ), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Anthropogene Vegetation*, G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- NOEST, V. & MAAREL, E. VAN DER. 1989. A new dissimilarity measure and a new opzimality criterion in phytosociological classification. *Vegetatio* 83, 1-2: 157-165.
- NORDHAGEN, R. 1928. *Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. Eine pflanzensoziologische Monographie*. Skr. Norsk. Vidensk. Akad. Oslo, Math.-Nat. 1927, 1: 1-612.
- NORDHAGEN, R. 1936. Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens. *Bergens Mus. Arb.* 7: 1-88.
- NORDHAGEN, R. 1943. *Sikisdalen og Norges fjellbeiter. En plantesozologisk monografi*. Bergens Mus. Skrifter 22: 1-607.
- NORUSIS, M. J. 1992. *SPSS for Windows. Professional Statistics, Release 6. 0*. SPSS Inc., Chicago, Illinois.
- NORUSIS, M. J. 1993. *SPSS for Windows. Advanced Statistics, Release 6. 0*. SPSS Inc., Chicago, Illinois.
- NORUSIS, M. J. 1993. *SPSS for Windows. Base System User's Guide, Release 6. 0*. SPSS Inc., Chicago, Illinois.

- NOY-MEIR, I. & WHITTAKER, R. H. 1982. Recent Developments in Continuous Multivariate Techniques. In WHITTAKER, R. H. (Ed. ), *Ordination of Plant Communities*, Dr W. Junk, The Hague.
- OBERDORFER, E. 1950. Beitrag zur Vegetationskunde des Allgäu. Beitr. Naturk. Forschung Südwest-Deutschland 9: 29-98.
- OBERDORFER, E. 1968. Assoziation, Gebietsassoziation, Geographische Rasse. In TÜXEN, R. (Ed. ), *Pflanzensoziologische Systematik*, Den Haag.
- OBERDORFER, E. 1977. Klasse: Salicetea herbaceae Br.-Bl. et al. 47. In OBERDORFER, E. (Ed. ), *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Pflanzensoziologie*, Stuttgart, 10, 1, 2. Aufl. : 214-220.
- OBERDORFER, E. 1978. Klasse: Nardo-Callunetea Prsg. 49. Europäische Borstgras-Triften und Heiden. In OBERDORFER, E. (Ed. ), *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Stuttgart, Teil II.
- OBERDORFER, E. 1980. Neue Entwicklungen und Strömungen in der pflanzensoziologischen Systematik. Mitt. Florit.-Soziol. Arbeitsgem. N. F. 22: 11-18.
- OBERDORFER, E. 1983. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*, 5. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E., GÖRS, S., KORNECK, D. & al. 1967. Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. *Schriftenr. Vegetationsk.* 2: 7-240.
- OBERHAMMER, M. 1979. Die Vegetation der alpinen Stufe in den östlichen Prager Dolomiten. Diss. Univ. Innsbruck.
- OBERHAUSER, R. (Red. ) 1980. In *Geologische Bundesanstalt, Der geologische Aufbau von Österreich*. Springer, Wien.
- OHBA, T. 1974. Vergleichende Studien über die alpine Vegetations Japans. 1. Carici rupestris-Kobresietea bellardii. *Phytocoenologia* 1, 3: 339-401.
- OKLAND, R. & EILERTSEN, O. 1994. Canonical Correspondence Analysis with variation partitioning: some comments and an application. *J. Veget. Sci.* 5, 1: 117-126.
- OKLAND, R. & EILERTSEN, O. 1994. Patterns of bryophyte associations at different scales in a Norwegian boreal spruce forest. *J. Veget. Sci.* 5, 1: 127-138.
- OKSANEN, J. 1983. Ordination of boreal heath-like vegetation with principal components analysis, correspondence analysis and multidimensional scaling. *Vegetatio* 52: 181-189.
- ONIPCHENKO, V. G. & POKARZHEVSKAYA, G. A. 1994. Experimental investigation of alpine plant communities in the Northwestern Caucasus: "Mass-effect" in alpine communities of the Northwestern Caucasus. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 115: 61-68.
- ONIPCHENKO, V. G. 1994. Experimental investigation of alpine plant communities in the Northwestern Caucasus: 1. Study area and general description of the investigated communities. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 115: 6-22.
- ONIPCHENKO, V. G. 1994. The structure and dynamics of alpine plant communities in the Teberda Reserve, the Northwestern Caucasus. *Oecol. Mont.* 3, 1-2: 35-45.
- ONIPCHENKO, V. G., LUBEZNOVA, N. V., POZARZHEVSKAYYA, G. A. & al. 1992. *Syntaxonomy of alpine plant communities in the Teberda Reserve. Class Salicetea herbaceae Br.-Bl. 1947 [russ.]* Moscow, VINITI.
- ORLÓCI, L. & KENKEL, N. C. 1985. Introduction to data analysis with examples from population and community ecology. *Statistical Ecology Monographs* 1: 340 pp.
- ORLÓCI, L. 1966. Geometric models in ecology. I. The theory and application of some ordination methods. *J. Ecol.* 54: 193-215.
- ORLÓCI, L. 1978. *Multivariate analysis in vegetation research*, 2nd ed. W. Junk, The Hague.
- OZENDA, P. 1988. Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum (aus dem Französischen übersetzt von Hannes Mayer und Andreas Zirnig), G. Fischer, Stuttgart, New York.
- PACHERNEGG, G. 1973. Struktur und Dynamik der alpinen Vegetation auf dem Hochschwab (NO-Kalkalpen). *Diss. Bot.* 22: 124 pp., 16 tt.
- PALMER, M. W. 1988. Fractal geometry: a tool for describing spatial patterns of plant communities. *Vegetatio* 75: 91-102.
- PAROLLY, G. 1995. Die Steinschuttfluren (Heldreichietea) des Westlichen und Mittleren Taurus (Türkei). *Pflanzensoziologische, floristische und ökologische Untersuchungen. Diss. Bot.* 247: 1-374.
- PASSARGE, H. 1978. Übersicht über mitteleuropäische Gefäßpflanzengesellschaften. *Feddes Repert.* 89: 133-195.

- PATZELT, G. 1969. Die Gletscher der Venedigergruppe. Die Geschichte ihrer Schwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. Diss. Univ. Innsbruck.
- PATZELT, G. 1973. Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). Z. Geomorph. N. F., Suppl. 16: 25-72.
- PAWLOWSKI, B. & STECKI, K. 1927. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. IV. Die Pflanzenassoziationen des Mictusia-Tales und des Hauptmassivs der Czerwone Wierchy. Bull. Intern. Acad. Polon. Sci. Lettr., Sci. Nat. 1926, Suppl. II: 79-121.
- PAWLOWSKI, B. 1969. Der Endemismus in der Flora der Alpen, der Karpaten und der balkanischen Gebirge in Verhältnisse zu den Pflanzengesellschaften. Mitt. Ostalp.-Dinar. Pflanzensoz. Arbeitsgem. 9: 167-178.
- PAWLOWSKI, B. 1970. Remarques sur l'endémisme dans la flora des Alpes et des Carpates. Vegetatio 21: 181-243.
- PAWLOWSKI, B., SOKOLOWSKI, . & WALLISCH, K. 1928. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges VII. Bull. Intern. Acad. Polon. Sci. Lettr., Sci. Nat. 1927, Suppl. : 205-272.
- PEER, TH. 1980. Die Vegetation Südtirols, mit einer Vegetationskarte 1:200 000. Diss. Univ. Salzburg.
- PEER, TH. 1980. Karte der aktuellen Vegetation Südtirols 1/100 000. Blatt Bozen. Doc. Cart. Ecol. 23: 25-46, 1 kt.
- PENAS, M. A., PUENTE, G. E. & GARCIA GONZALEZ, M. E. H. 1991. The *Thlaspietea rotundifolii* communities in the northwestern Iberian mountains. [span. ] Doc. Phytosoc. 13: 141-174.
- PIELOU, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York.
- PIELOU, E. C. 1984. The Interpretation of ecological data. New York, Wiley.
- PIGNATTI, E. & PIGNATTI, S. 1984. Zur Syntaxonomie der Kalkschuttgesellschaften der südlichen Ostalpen. Acta Bot. Croat. 43: 243-255.
- PIGNATTI, S. 1968. Die Inflation der höheren Einheiten. In TÜXEN, R. (Ed. ), Pflanzensoziologische Systematik. – Ber. Internat. Symposium Stolzenau/Weser, Den Haag, 1964: 85-88.
- PIGNATTI, S. 1980. Über Vegetationskomplexe und ihre kartographische Darstellung. Doc. Cart. Ecol. 23: 17-20.
- PIGNATTI-WIKUS, E. 1959. Pflanzensoziologische Studien im Dachsteingebiet (Beitrag zu den Karstuntersuchungen des Speläologischen Institutes beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Wien). Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. 50: 85-168, 7 tt.
- PLETL, L. & SPATZ, G. 1981. Klassifikation und Ordination von vegetationskundlichen Bestandsaufnahmen und Standortmerkmalen auf Allgäuer Alpweiden. Schriftenr. Agrarinf., Informations-Verarb., Agrarwiss. 2: 177 S. Stuttgart.
- PLÖCHINGER, B. 1980. Die nördlichen Kalkalpen. In OBERHAUSER, R. (Red. ), Der geologische Aufbau Österreichs Wien, New York, Springer.
- PLÖCHINGER, B. 1982. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50. 000. Blatt 95 St. Wolfgang im Salzkammergut. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- PLÖCHINGER, B. 1982. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50. 000. Blatt 95 St. Wolfgang im Salzkammergut. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- PLÖCHINGER, B. 1983. Salzburger Kalkalpen. Sammlung Geol. Führer, Stuttgart, 73: 144 pp.
- PODANI, J. 1988. SYN-TAX III. User's Manual. Abstracta Botanica 12, Supp. 1: 183 pp.
- PODANI, J. 1990. Comparison of fuzzy classification. Coenosis 1: 17-21.
- POELT, J. 1969. Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. Cramer, Vaduz.
- POLDINI, L. & FEOLI, E. 1976. Phytogeography and Syntaxonomy of the *Caricetum firmae* s. l. in the Carnic Alps. Vegetatio 32, 1: 1-9.
- POLDINI, L. & MARTINI, F. 1993. La vegetazione delle vallette nivali su calcare, dei conoidi e delle alluvioni nel Friuli (NE Italia). Studia Geobot. 13: 141-214.
- POTT, R. 1992. Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. E. Ulmer (UTB), Stuttgart.
- PRENTICE, I. C. 1977. Non-metric ordination methods in ecology. J. Ecol. 65: 85-94.
- PRENTICE, I. E. 1980. Vegetation analysis and order invariant gradient models. Vegetatio 42: 27-34.
- PUSCARU-SOROCEANU, E., CSÜRÖS, S. & GHISA, E. 1977. Aspecte din flora si vegetatio muntilor fagaras (Carpatii meridionali). Comunicari de Botanica tinute la a x-a consfaatuire nationala de geobotanica (22-27 Iulie 1974), Bucuresti.

- QUANTIN, A. & NÉTIEN, G. 1940. Les associations végétales de l'étage alpin des Alpes de l'Oisans. Bull. Soc. Bot. France 87: 27-47.
- QUÉZEL, P. 1957. Peuplement végétale des Hautes Montagnes de l'Afrique du Nord. Paris.
- QUÉZEL, P. 1964. Végétation des Hautes Montagnes de la Grèce Méridionale. Vegetatio 12, 5-6: 289-385.
- QUÉZEL, P. 1967. La végétation des hauts sommets du Pinde et d l'Olympe de Thessalie. Vegetatio 14: 127-228.
- QUÉZEL, P., 1953. Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Mem. Soc. Broter. 9: 5-77.
- RABOTNOV, T. A. 1987. Biogeoconoses of alpine heath (NW Caucasus) [russ. ]. Nauka, Moscow.
- RATHJENS, C. 1982. Geographie des Hochgebirges. Band 1. Der Naturraum. Teubner, Stuttgart.
- REIF, A., TECKELMANN, M. & SCHULZE, E.-D. 1985. Die Standortsamplitude der Großen Brennessel (*Urtica dioica* L. ) – eine Auswertung vegetationskundlicher Aufnahmen auf der Grundlage der Ellenbergschen Zeigerwerte. Flora 176: 365-382.
- REISIGL, H. & KELLER, R. 1987. Alpenpflanzen im Lebensraum. Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- REISIGL, H. & PITSCHMANN, H. 1959. Zur Abgrenzung der Nivalstufe. Phytion (Austria) 1959.
- REITER, K. & GRABHERR, G. 1997. Digitalie Höhenmodelle als Grundlagen der Stichprobenwahl bei Vegetationsanalysen.
- REITER, K. & KIRCHMEIR, H. 1997. Geoinformationssysteme bei der Hemerobiebewertung. Österr. Forstzeitschr. 1/1997: 27-29.
- REITER, K. 1993. Computergestützte Methoden der Vegetationsökologie unter besonderer Berücksichtigung der Stichprobenerhebung eines geographischen Informationssystems. Diss. Univ. Wien.
- RESMERITA, I., BURDUJA, C. & RATIU, O. 1977. Caracterizarea areal-ecologica si floristica a pajistilor din alpinul carpatilor romanesti. Comunicari de Botanica tinute la a x-a consfaatuire nationala de geobotanica (22-27 Iulie 1974), Bucuresti.
- RESMERITA, J. 1976. La classe des Salicetea herbaceae Br.-Bl. 1947 Doc. Phytosoc. 15-18: 123-135.
- RETTENBACHER, K. 1984. Vegetationsgeographische Untersuchungen an der Nordflanke des Tennengebirges. Diss. Univ. Salzburg – Buchhandelsausgabe.
- RICHARD, J.-L., 1972. La végétation des crêtes rochenses du Jura. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 82: 68-112.
- RICHTER, D. 1974. Grundriß der Geologie der Alpen. Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1969. Las comunidades de los ventisqueros (Salicetea herbaceae) del Pirineo central. Vegetatio 17: 232-250.
- RÖHR, M., LOHSE, H. & LUDWIG, R. 1983. Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner. Band 2. Statistische Verfahren. Harri Deutsch Verlag, Thurn, Frankfurt.
- ROITHINGER, G. 1996. Die Vegetation ausgewählter Dachstein-Almen (Oberösterreich) und ihre Veränderung nach Auffassung. Stapfia 43: 81-197.
- RÜBEL, E. 1912. Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Engelmann, Leipzig.
- RÜBEL, E. 1933. Versuch einer Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Schweiz. Ber. Geobot. Inst. ETH Zürich: 19-31.
- RUTTNER, B. 1994. Die Vegetation des Höllengebirges. Stapfia 33: 1-169.
- SANDA, V., POPESCU, A. & PEICEA, I. 1988. Les Associations de la classe Salicetea herbaceae Br.-Bl. 47 des Carpat Roumaines. Rev. Roum. Biol. Ser. Biol. Veget. 33, 2: 93-102.
- SCHÄFFER, G. 1984. Exkursionen In: Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1983 Gmunden, Salzkammergut, O. Ö., 26. – 30. September 1983
- SCHARFETTER, G. 1993. Vegetationskundliche Untersuchungen in der subalpinen und alpinen Stufe rund um das Goldlackenkar in den östlichen Seckauer Alpen. Dipl. Univ. Bodenkultur Wien.
- SCHAUBERGER, O. 1954. Hochkarst und Höhlenbildung im Dachstein. In GANSS, O., KÜMEL, F. & SPENGLER, E. (Eds. ), Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. – Wiss. Alpenvereinshefte 15: 65-67.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. 1984. Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Aufl. Enke, Stuttgart.
- SCHIECHTL, H. M., STERN, P. & ZOLLER, H. 1982. Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1/100 000. VIII. Teil: Blatt 9, Silvretta – Engadin – Vinschgau. Doc. Cartogr. Ecol. 25: 67-88.
- SCHIECHTL, H. M., STERN, R. & MEISEL, K. 1988. Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1:100 000. XII. Teil: Blatt 1, Lechtaler und Allgäuer Alpen. Doc. Cart. Ecol. 31: 3-24, 1 kt.

- SCHNEIDER-BINDER, E. & VOIK, W. 1979. Asociatiile din clasa Salicetea herbaceae Br.-Bl. 1947 in Carpatii Meridionali cu privire speciala asupra celor din Muntii Fagarasului. Stud. Comun. Muz. Bruk. St. Nat. 23: 221-237.
- SCHÖNENBERG, R. & NEUGEBAUER, J. 1987. Einführung in die Geologie Europas, 5. Aufl. Rombach, Freiburg i. Br.
- SCHROETER, C. 1926. Das Pflanzenleben der Alpen, Raustein, Zürich.
- SCHUBERT, R. & VENT, W. (Eds. ) 1990. In ROTHMALER, W., Exkursionsflora von Deutschland. 4. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. Volk und Wissen, Berlin.
- SCHUBÖ, W., UEHLINGER, H.-M. & al. 1991. SPSS. Handbuch der Programmversionen 4. 0 und SPSS-X 3. 0. [Autorisierte deutsche Bearbeitung des SPSS Reference Guide]. G. Fischer, Stuttgart, New York.
- SCHUHWERK, F. 1990. Relikte und Endemiten in Pflanzengesellschaften Bayerns – eine vorläufige Übersicht. Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 303-323.
- SEIBERT, P. & MENHOFER, X. 1992. Vegetation of the Kallaway settlement area and the Ulla-Ulla highlands in the Bolivian Andes. [germ. ] Phytocoen. 20, 3: 289-438.
- SEIBERT, P. 1977. Klasse: Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. et al. 48 In OBERDORFER, E. (Ed. ), Süddeutsche Pflanzengesellschaften, 2. Aufl. Teil I: 42-66. G. Fischer, Jena.
- SERNANDER, R. 1898. Studier öfver vegetationen i mellersta Skandinaviens fjälltrakter. Ofvers. K. Svensk. Vetensk. Akad. Förhandl. 6: 325-367.
- SILVERTON, J. & LOVETT-DOUST, J. 1993. Introduction to Plant Population Biology, 3rd ed. Blackwell Sci.
- SIMONY, F. 1895. Das Dachsteingebiet. Ein geographisches Charakterbild aus den österreichischen Nordalpen. Text und Atlas. Ed. Hölzel, Wien.
- SINGER, M. 1988. Ökologisch-soziologische Untersuchungen zur Grat- und Schneetälchenvegetation in den nordöstlichen Rottenmanner Tauern. Hausarb. Univ. Graz.
- SLANTON, M.L., REKMÁNEC, M. & GALEN, C. 1994. Changes in vegetation and soil fertility along a predictable snowmelt gradient in the Mosquito Range, Colorado, USA. Arct. Alp. Research 26: 364-374.
- SLAPANSKY, P. 1987. Kalkspitzen-Mesozoikum. In MATURA, A., Tagungsband der Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt Pichl-Preunegg 14. bis 17. September 1987. Blatt 127 Schladming, Geol. Bundesanstalt, Wien.
- SMETTAN, H. W. 1981. Die Pflanzengesellschaften des Kaisergebirges/Tirol. Ver. Schutz Bergwelt, Jubiläumsausgabe 1981: 191pp., 176 tt., 1 map.
- SMITH, A. J. E. 1990. The Liverworts of Britain & Ireland. University Press, Cambridge.
- SMITH, A. J. E. 1993. The Moss Flora of Britain & Ireland [Reprint]. University Press, Cambridge.
- SNEATH, P. H. A. & SOKAL, R. R. 1973. Numerical Taxonomy. Freeman, San Francisco.
- SOKAL, R. R. & ROHLF F. J., . 1981. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biology Research, 2nd ed. Freeman.
- SONNLEITNER, A. 1982. Ökologisch-vegetationskundliche Untersuchungen am Stoderzinken. Diss. Univ. Graz.
- SOÓ, R. 1930. Vergleichende Vegetationsstudien – Zentralalpen-Karpaten-Ungarn – nebst kritischen Bemerkungen zur Flora der Westkarpaten. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 6: 237-322.
- SORENSEN, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Kongl. Dansk. Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5: 1-13.
- SÖYRINKI, N. 1954. Vermehrungsökologische Studien in der Pflanzenwelt der Bayerischen Alpen. I. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. "Vanamo" 27: 1-232.
- SPENGLER, E. 1920. Zur Stratigraphie und Tektonik der Hochschwabgruppe. Verh. Geol. St.-A. 1920: 49-60.
- SPENGLER, E. 1922. Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassing Alpen I. Jahrb. Geol. Bundesanst. 72: 155-182.
- SPENGLER, E. 1925. Beiträge zur Geologie der Hochschwabgruppe und der Lassing Alpen II. Jahrb. Geol. Bundesanst. 75: 273-300.
- SPENGLER, E. 1931. Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Schneeberg – St. Ägyd. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- SPENGLER, E. 1931. Geologische Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Schneeberg – St. Ägyd 1:75000. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- SPSS Inc. 1991. SPSS Statistical Algorithms, 2nd ed. SPSS Inc., Chicago, Illinois.

- STEBLER, F. G. & SCHROETER, C. 1892. Beiträge zur Kenntnis der Matten und Wiesen der Schweiz. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Landwirtschaftl. Jahrb. Schweiz 6: ???
- STEINER, G. M. 1992. Österreichischer Moorschutzkatalog, 4. Aufl. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz 1.
- STUEFER, J. 1991. Die Vegetation zwischen Asterberg und Niedeck (Sarntaler Alpen). Eine beschreibende Darstellung unter Verwendung statistischer Analyseverfahren. Diplomarb. Univ. Innsbruck.
- SZAFER, W. & SOKOLOWSKI, M. 1927. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. V. Teil: Die Pflanzenassoziationen der nördlich vom Giewont gelegenen Täler. Bull. Int. Acad. Polon. Sci. Lettr., Sci. Nat. 1926: 123-144, 1 kt.
- SZAFER, W. (Ed.) 1966. The Vegetation of Poland. Warszawa.
- SZAFER, W. 1924. Zur soziologischen Auffassung der Schneetälchenassoziationen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 1: 300-310.
- SZAFER, W., PAWLOWSKI, B. & KULCZYNSKI, S. 1927. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. III. Die Pflanzenassoziationen des Koscieliska-Tales. Bull. Intern. Acad. Polon. Sci. Lettr., Sci. Nat. 1926, Suppl. II: 13-78.
- TER BRAAK, C. J. F. & GREMMEN, N. J. M. 1987. Ecological amplitudes of plant species and the internal consistency of Ellenberg's indicator values for moisture. Vegetatio 69: 79-87.
- TER BRAAK, C. J. F. 1987. CANOCO – a FORTRAN programm for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis. Inst. Appl. Comp. Sci., Wageningen.
- TER BRAAK, C. J. F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. Vegetatio 69: 69-77.
- TER BRAAK, C. J. F. 1988. CANOCO – an extension of DECORANA to analyze species-environment relationships. Vegetatio 75: 159-160.
- THEURILLAT, J. P., 1989. Excursion de la Société botanique de Genève dans les Alpes autrichiennes (10-19 juillet 1988): notes phytosociologique. Saussurea 20: 71-88.
- THIMM, I. 1953. Die Vegetation des Sonnwendgebirges (Rofan) in Tirol (subalpine und alpine Stufe). Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbruck 50: 5-166.
- TOLLMANN, A. 1973. Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil I. Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. Eine Systemanalyse am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen.
- TOLLMANN, A. 1973-1976. Monographie der Nördlichen Kalkalpen.
- TOLLMANN, A. 1976. Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil II. Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Faune und Fazies der Nördlichen Kalkalpen.
- TOLLMANN, A. 1976. Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil III. Der Bau der nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik.
- TOLLMANN, A. 1977. Geologie von Österreich, Band 1. Die Zentralalpen. F. Deuticke, Wien.
- TOLLMANN, A. 1985. Geologie von Österreich, Band 2. Außerzentralalpiner Anteil. F. Deuticke, Wien.
- TOLLMANN, A. 1986. Geologie von Österreich, Band 3. Gesamtübersicht. F. Deuticke, Wien.
- TOMASELLI, M. 1991. The snow-bed vegetation in the Northern Apennines. Vegetatio 94, 2: 177-190.
- TÜXEN, R. 1972. Kritische Bemerkungen zur Interpretation pflanzensoziologischer Tabellen. Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie, Den Haag.
- TÜXEN, R. 1974. Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands, 2. Aufl. Lieferung 1: 1-207. Cramer, Lehre.
- URBAN, R. 1990. *Soldanella minima* Hoppe ssp. *austriaca* (Vierhapper) Lüdi neu für die Bundesrepublik Deutschland und weitere floristische Besonderheiten aus den östlichen Chiemgauer Alpen. Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 259-264.
- URBAN, R. 1991. Die Pflanzengesellschaften des Klammspitzkamms im NSG Ammergebirge. Ber. Bayer. Bot. Ges. 62, Beih. 3: 3-75.
- URBAN, R. 1991. *Soldanella minima* Hoppe ssp. *austriaca* (Vierhapper) Lüdi neu für die Bundesrepublik Deutschland und weitere floristische Besonderheiten aus den östlichen Chiemgauer Alpen. In Zertova(Ed. ). Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 259-264.
- URBANSKA, K. M. & LANDOLT, E. 1990. Biologische Kennwerte von Pflanzenarten. Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich 56: 61-77.

- VALACHOVIC, M. 1990. Historicky vyvoj názorov na vyšie syntaxóny radu *Thlaspietalia rotundifolii* v Európe a na Slovensku. *Preslia (Praha)* 62, 2: 131-137.
- VALACHOVIC, M. 1992. Vegetácia vápencových sutín Západných Karpát. *Diss. Bot. Inst. Slovak. Akad. Wissenschaften, Bratislava*.
- VALACHOVIC, M. 1995. *Papaverion tatrici*, a vicarious alliance of alpine limestone-scrub communities in the Western Carpathians. *Biologia (Bratislava)* 50, 4: 377-390.
- VIERHAPPER, F. 1921. Die Kalkschieferflora in den Ostalpen. [I.] *Österr. Bot. Z.* 70: 261-293.
- VIERHAPPER, F. 1922. Die Kalkschieferflora in den Ostalpen. [II.] *Österr. Bot. Z.* 72: 30-45.
- WAGNER, H. 1985. Die natürliche Pflanzendecke Österreichs. *Österr. Akad. Wiss., Wien*.
- WAHLENBERG, G., 1852. Berättelse om mätningar och observationer för att bestämma lappska fjällers höjd och temperatur vid 67 grades polhöjd. *Stockholm*.
- WALTER, H. & LIETH, H. 1967. Klimadiagramm-Weltatlas. VEB G. Fischer, Jena.
- WALTER, H. & STRAKA, H. 1970. *Arealkunde*, 2. Aufl. Jena.
- WALTER, H. 1976. Die ökologischen Systeme der Kontinente (Biogeosphäre). G. Fischer, Stuttgart.
- WEBER, J. 1981. Die Vegetation der Mieminger Kette mit besonderer Berücksichtigung der Rotföhrenwälder (Grundlagen für die Raumplanung). *Diss. Univ. Innsbruck*.
- WEBERLING, F. 1981. Morphologie der Blüte und Blütenstände. *Ulmer, Stuttgart*.
- WEISKIRCHNER, O. 1978. Die Vegetationsverhältnisse in der Umgebung der alpinen Station Sameralm am Südfall des Tennengebirges. *Diss. Univ. Salzburg*.
- WENDELBERGER, G. 1962. Die Pflanzengesellschaften des Dachstein-Plateaus (einschließlich des Grimmingstockes). *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* 92: 118-178.
- WENDELBERGER, G. 1963. Standorte und Pflanzengesellschaften am Beispiel der Rätischen Alpen. *Vegetatio* 11: 235-236, 1 t.
- WENDELBERGER, G. 1971. Die Pflanzengesellschaften des Rax-Plateaus. *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* 100: 197-239.
- WESTHOFF, V. & MAAREL, E. VAN DER. 1980. The Braun-Blanquet Approach. In WHITTAKER, R. H. (Ed.), *Classification of Plant Communities*, W. Junk, The Hague.
- WHITTAKER, R. H. & GAUCH, H. G. 1982. Evaluation of Ordination Techniques. In WHITTAKER, R. H. (Ed.), *Ordination of Plant Communities*, Dr W. Junk, The Hague.
- WHITTAKER, R. H. (Ed.) 1982. *Classification of Plant Communities*. Dr W. Junk, The Hague.
- WHITTAKER, R. H. (Ed.) 1982. *Ordination of Plant Communities*. Dr W. Junk, The Hague.
- WHITTAKER, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42: 207-264.
- WHITTAKER, R. H. 1980. Approaches to Classifying Vegetation. In WHITTAKER, R. H. (Ed.), *Classification of Plant Communities*, W. Junk, The Hague.
- WHITTAKER, R. H. 1982. Direct Gradient Analysis. In WHITTAKER, R. H. (Ed.), *Ordination of Plant Communities*, Dr W. Junk, The Hague.
- WICHE, K. 1938. Morphologie des Höllengebirges und seiner näheren Umgebung. *Diss. Univ. Wien*.
- WICHE, K. 1949. Die Formenentwicklung des Höllengebirges. *Jahrb. Oberösterr. Musealver.* 94.
- WICHE, K. 1949. Glazialmorphologische und geologische Beobachtungen aus dem nördlichen Salzkammergut. *Geogr. Jahrb. Österr.* 33: 125-145.
- WIKUS, E. 1959. Die Vegetation der Lienzer Dolomiten (Osttirol). *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.* 35: 17-39, 201-225.
- WIKUS, E. 1960. Die Vegetation der Lienzer Dolomiten (Osttirol). *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.* 36: 137-158, 211-231.
- WIKUS, E. 1961. Die Vegetation der Lienzer Dolomiten (Osttirol). *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.* 37: 13-35, 87-131, tt. 1-5.
- WILDI, O. 1986. Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 90: 226 pp.
- WINKLER[-HERMADEN], A. 1928. Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. *Sitzungsber. Akad. Wiss., Math.-Nat.*, I 137: 183-225.
- WIRTH, V. 1980. Flechtenflora. E. Ulmer (UTB), Stuttgart.

- WITTMANN, H. & STROBL, W. 1990. Gefährdete Biotoptypen und Pflanzengesellschaften im Land Salzburg. Ein erster Überblick. Naturschutzbeiträge, Salzburg, 9/90.
- WOOLGROVE, C. E., WOODIN, S. & . 1994. Relationship between the duration of snowlie and the distribution of bryophyte communities within snowbeds in Scotland. J. Bryol. 18: 253-260.
- WRABER, T. 1970. Die Vegetation der subnivalen Stufe in den Julischen Alpen. Mitt. Ostalpin-Dinar. Ges. Vegetationsk. 11: 249-256.
- WRABER, T. 1970. Zur Kenntnis der Gesellschaften der Klasse *Thlaspeetea rotundifolii* in den Südöstlichen Kalkalpen. Posebna Izd. Akad. Nauka Umjetn. Bosne Hercegovine 15: 293-301.
- WRABER, T. 1971. Contributo alla conoscenza della vegetazione pioniere (*Aplenetia rupestris* e *Thlaspeetea rotundifolii*) delle Alpi Giulie. Diss. Univ. Trieste.
- WRABER, T. 1978. Alpine Vegetation der Julischen Alpen. Mitt. Ostalpin-Dinar. Ges. Vegetationsk. 14: 85-89.
- ZECHMEISTER, H. & MUCINA, L. 1994. Vegetation of European springs: High-rank syntaxa of the Montio-Cardaminetea. J. Veget. Sci. 5, 3: 385-402.
- ZIMMERMANN, A., KNIELY, G., MELZER, H., MAURER, W. & HÖLLRIEGL, R. 1989. Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz, Graz, 17/18: 1-302.
- ZOLLITSCH, B. 1966. Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. Teil I. : Die Steinschuttgesellschaften der Alpen unter besonderer Berücksichtigung der Gesellschaften auf Kalkschiefern in den mittleren und östlichen Zentralalpen. Diss. Univ. München.
- ZOLLITSCH, B. 1966. Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. Teil II. : Die Ökologie der alpinen Kalkschieferschuttgesellschaften. Diss. Univ. München.
- ZOLLITSCH, B. 1968. Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. [Teil II. ] Die Ökologie der alpinen Kalkschieferschuttgesellschaften. Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere 33: 100-120.
- ZOLLITSCH, B. 1968. Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. Teil I. Ber. Bayer. Bot. Ges. 40: 67-100, 14 tt.
- ZOLLITSCH, B. 1969. Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. [Teil III. ] Die Ökologie der alpinen Kalkschieferschuttgesellschaften. Schlußteil. Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere 34: 167-205.
- ZÓLYOMI, B., BARÁTZ, Z., FEKETE, G. & al. 1967. Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen. Fragm. Bot. Mus. Hist. Nat. Hung. 4: 101-142.
- ZÖTL, H. 1957. Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet. Beiträge zur alpinen Karstforschung, Heft 9. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 87: 152-205.
- ZÖTTL, H. 1951. Die Vegetationsentwicklung auf Felsschutt in der alpinen und subalpinen Stufe des Wettersteingebirges. Jahrb. Ver. Schutz Alpenpfl. -Tiere 16: 10-74.
- ZÖTTL, H. 1966. Kalkböden der Alpen. Jahrb. Ver. Schutze Alpenpfl. -Tiere 31: 160-164.

## Anhang

Im Anhang finden sich:

Angaben zu den Zeigerwerten, samt Ergänzungen und Korrekturen

SPSS-Makros zur Berechnung der Proximitätsmaße und Durchführung der Cluster-Analyse

sowie die folgende Tabellen:

Stetigkeitstabellen zu Gebiet-1 (Tab. A), Gebiet-2 (Tab. B), Gebiet-3 (Tab. C) und die zugehörigen Legenden.

Tabellen der F-Statistiken zu den Stetigkeitstabelle zu Gebiet-1 (Tab. A<sub>FT</sub>), Gebiet-2 (Tab. B<sub>FT</sub>), Gebiet-3 (Tab. C<sub>FT</sub>).

Vegetationstabelle der Arabidion caeruleae-Gesellschaften (Tab. D).

Vegetationstabelle der Gesellschaften des Salici herbaceae-Arabidion caeruleae (Tab. E).

Vegetationstabelle der Gesellschaften des Soldanello alpinae-Salicion retusae (Tab. F).

Vegetationstabelle zu den Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides-Gesellschaften (Tab. G).

Vegetationstabelle zu den Moosgesellschaften des Arabidion caeruleae (Tab. H).

### Zeigerwerte nach Ellenberg

Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht der ergänzten Art-Einstufungen in der für die vorliegenden Arbeit bezüglich der Zeigerwerte: Licht (L), Temperatur (T), Kontinentalität (K), Reaktion (R), Stickstoff (N), Salztoleranz (S), sowie der Eigenschaften als Wechselfeuchtezeiger (~), zur Wuchsform (Wu) und der Blattmorphologie (Bl). Bei offensichtlichen Abweichungen des Artverhaltens im Gebiet der Nordostalpen wurde der Versuch einer Korrektur unternommen, die entsprechenden Arten sind mit (!) markiert. Die Definition der Zeigerwerte richtet sich nach ELLENBERG (1991), die Neueinstufungen wurden nach eigener Geländekenntnis unter Zuhilfenahme der Angaben in ZIMMERMANN & AL (1989) vorgenommen.

Artname	L	T	K	F	R	N	S	~	Wu	Bl
<i>Achillea oxyloba</i>	9	2	4	5	8	3	0	.	H	S
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	(!) 9	6	4	3	9	2	0	.	H	S
<i>Aconitum lycoctonum</i> subsp. <i>ranunculifolium</i>	4	3	4	7	7	7	0	.	H	S
<i>Aconitum napellus</i> -Gr.	7	3	5	6	7	7	0	.	H	S
<i>Alchemilla</i> § <i>Coriaceae</i>	8	3	5	6	?	6	0	.	H	S
<i>Alchemilla</i> § <i>Pubescentes</i>	8	2	?	4	x	3	0	.	H	S
<i>Alchemilla</i> ser. <i>Hoppeanae</i>	8	2	5	5	7	?	0	.	H	S
<i>Alchemilla alpigena</i>	8	3	3	6	8	4	0	.	H	S
<i>Alchemilla anisiaca</i>	8	2	4	5	9	3	0	.	H	S
<i>Alchemilla glabra</i>	7	3	3	7	7	5	0	.	H	S
<i>Alchemilla heteropoda</i>	7	2	?	6	6	?	0	.	H	S
<i>Alchemilla longana</i>	9	2	4	6	7	4	0	.	H	S
<i>Alyssum ovirene</i>	9	2	4	3	9	1	b	.	C	W
<i>Androsace hausmannii</i>	(!) 9	1	4	3	9	1	0	.	C	I
<i>Androsace villosa</i>	9	2	4	4	8	3	0	.	H	S
<i>Aquilegia nigricans</i>	6	5	4	4	8	3	0	.	H	S
<i>Arabis pumila</i> -Gruppe	8	2	4	?	9	2	0	.	H	W
<i>Arabis stellulata</i>	7	2	4	6	9	2	0	.	H	W
<i>Arabis vochinensis</i>	8	2	4	5	9	2	0	.	H	W

Artname	L	T	K	F	R	N	S	~	Wu	Bl	
<i>Arenaria ciliata</i>	8	1	6	5	7	3	0	.	C	W	
<i>Artemisia genipi</i>	(!)	8	1	4	6	8	2	0	C	I	
<i>Brachythecium starkei</i> var. <i>starkei</i> (B)	(!)	6	1	6	6	2	.	.	C	.	
<i>Campanula pulla</i>		8	2	4	6	8	3	0	H	S	
<i>Campanula zoysii</i>		7	2	4	4	9	2	0	H	S	
<i>Carex bipartita</i>		9	1	3	7	3	3	0	H	S	
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>rosae</i>		9	1	3	4	7	2	0	H	S	
<i>Carex foetida</i>	(!)	9	2	4	7	4	5	0	H	S	
<i>Cerastium arvense</i> subsp. <i>arvense</i>		8	x	5	4	6	4	0	C	W	
<i>Cerastium carinthiacum</i>		8	2	x	4	9	3	0	C	W	
<i>Cerastium carinthiacum</i> subsp. <i>austroalpinum</i>		8	2	5	3	8	3	0	C	W	
<i>Cerastium carinthiacum</i> subsp. <i>carinthiacum</i>		8	2	4	4	9	3	0	C	W	
<i>Comastoma nanum</i>		8	2	4	5	7	5	0	T	S	
<i>Comastoma tenellum</i>	(!)	6	1	7	5	7	6	0	T	S	
<i>Cratoneuron filicinum</i> var. <i>filicinum</i> (B)	(!)	7	x	5	7	7	.	.	C	.	
<i>Crepis jacquinii</i> agg.		9	2	4	5	9	3	0	H	S	
<i>Crepis jacquinii</i>		9	2	4	5	9	3	0	H	S	
<i>Dianthus alpinus</i>		9	2	4	3	8	3	0	C	W	
<i>Dianthus glacialis</i>		8	2	3	3	5	4	0	C	W	
<i>Dianthus sylvestris</i>		6	6	4	4	4	2	0	C	W	
<i>Distichum capillaceum</i> var. <i>compactum</i> (B)		7	3	6	4	8	.	.	C	.	
<i>Doronicum calcareum</i>		9	2	4	7	9	1	0	H	S	
<i>Doronicum clusii</i>		8	1	4	6	4	3	0	H	W	
<i>Doronicum stiriacum</i>		9	2	4	7	4	4	0	H	W	
<i>Draba sauteri</i>	(!)	8	2	4	5	9	2	0	C	W	
<i>Draba stellata</i>		8	2	4	4	9	2	0	C	W	
<i>Erysimum sylvestre</i>		9	4	4	3	7	2	0	H	S	
<i>Eurhynchium swartzii</i> (B)		5	4	4	7	7	.	.	C	.	
<i>Festuca dolomitica</i>		8	2	4	3	8	2	0	H	W	
<i>Festuca intercedens</i>		8	2	4	4	6	?	0	H	W	
<i>Festuca laxa</i>		9	3	4	3	9	2	0	H	W	
<i>Festuca nitida</i>		8	2	4	7	9	2	0	H	S	
<i>Festuca picturata</i>		9	1	5	4	3	2	0	H	W	
<i>Festuca pseudodura</i>		9	1	4	4	5	2	0	H	W	
<i>Festuca pulchella</i> subsp. <i>jurana</i>		9	2	4	3	8	2	0	H	W	
<i>Festuca pulchella</i> subsp. <i>pulchella</i>		8	2	4	5	7	3	0	H	W	
<i>Galium baldense</i>		8	2	4	5	7	3	0	C	W	
<i>Galium megalospermum</i>	(!)	8	2	3	5	9	3	0	C	W	
<i>Galium meliodorum</i>		8	3	4	3	9	2	0	H	S	
<i>Galium truniacum</i>	(!)	7	2	4	3	9	2	0	H	S	
<i>Gentiana bavarica</i> var. <i>bavarica</i>		8	2	4	7	8	3	0	H	S	
<i>Gentiana bavarica</i> var. <i>subcaulis</i>		8	2	4	5	6	3	0	H	S	
<i>Gentiana brachyphylla</i>		8	1	5	5	4	2	0	H	S	
<i>Gentiana pumila</i>		8	2	4	6	9	3	0	H	S	
<i>Gentiana terglouensis</i>		8	2	4	4	8	2	0	H	S	
<i>Gentianella anisodonta</i>		7	3	4	4	7	3	0	H	S	
<i>Gentianella germanica</i> agg.		7	x	4	4	7	3	0	H	S	
<i>Helianthemum grandiflorum</i> s. l.		8	3	4	4	8	3	0	Z	I	
<i>Heraclium sphondylium</i> subsp. <i>pollinianum</i>		8	3	4	5	7	7	0	H	S	
<i>Herniaria alpina</i>		9	2	5	5	8	3	0	C	W	
<i>Kobresia simpliciuscula</i>	(!)	9	1	8	9	8	2	0	~	H	S
<i>Laserpitium peucedanoides</i>		8	2	4	4	9	3	0	H	S	
<i>Leontodon hispidus</i> subsp. „hispidus“		8	x	3	5	7	6	0	H	W	
<i>Leontodon hispidus</i> subsp. „hyoserooides“		8	4	4	4	8	4	0	H	W	
<i>Leontodon hispidus</i> subsp. „pseudocrispus“		8	4	4	5	7	5	0	~	H	W
<i>Leontodon montaniformis</i>		8	2	4	4	9	1	0	H	S	
<i>Leucanthemum atratum</i>		8	2	4	4	9	2	0	H	W	
<i>Leucanthemum atratum</i> agg.		8	2	4	5	9	2	0	H	W	
<i>Leucanthemum ircutianum</i>		7	x	3	4	x	4	0	H	W	
<i>Leucanthemum vulgare</i>		8	5	3	4	7	3	0	H	W	
<i>Luzula alpina</i>		8	2	4	6	4	3	0	H	S	
<i>Luzula multiflora</i>		7	x	4	5	5	3	0	~	H	S
<i>Luzula sylvatica</i>		4	4	2	5	3	4	0	H	W	

Artname	L	T	K	F	R	N	S	~	Wu	Bl	
Minuartia biflora	7	1	4	5	4	2	0	.	C	W	
Nigritella rhellicani	8	2	4	5	7	3	0	.	G	S	
Oxytropis triflora	9	2	4	5	8	2	0	.	H	S	
Paederota bonarota	8	3	4	4	8	2	0	.	H	S	
Paederota lutea	7	2	5	8	9	2	0	.	H	S	
Papaver alpinum s.l.	9	2	4	4	8	2	0	.	H	S	
Papaver alpinum subsp. alpinum	8	2	4	4	9	2	0	.	H	S	
Papaver alpinum subsp. ernesti-mayeri	8	1	4	5	9	2	0	.	H	S	
Papaver alpinum subsp. kernerii	9	2	4	4	8	2	0	.	H	S	
Papaver alpinum subsp. rhaeticum	9	2	4	4	8	2	0	.	H	S	
Pedicularis rosea	9	2	4	6	8	4	0	.	H	S	
Phyteuma sieberi	7	2	4	4	9	2	0	.	H	S	
Potentilla nitida	9	2	4	3	9	1	0	.	C	S	
Pritzelago alpina subsp. austroalpina x brevicaulis	9	2	4	4	8	2	0	.	H	W	
Pritzelago alpina	9	2	4	x	x	2	0	.	H	W	
Pritzelago alpina subsp. alpina	(!)	8	2	3	5	9	2	0	.	H	W
Pritzelago alpina subsp. austroalpina	9	2	4	4	9	2	0	.	H	W	
Pritzelago alpina subsp. brevicaulis	9	1	4	6	7	2	0	.	H	W	
Pulsatilla alpina	8	2	3	5	x	3	0	.	H	S	
Pulsatilla alpina subsp. alpina	8	2	4	5	8	3	0	.	H	S	
Pulsatilla alpina subsp. austriaca	8	2	3	5	3	2	0	.	H	S	
Ranunculus traunfellneri	8	2	4	7	8	3	0	.	H	S	
Rumex nivalis	(!)	8	2	4	7	8	3	0	.	C	W
Saponaria pumila	9	2	4	3	1	2	0	.	C	W	
Saxifraga biflora	9	1	3	6	7	3	0	.	C	I	
Saxifraga hohenwartii	8	2	4	5	9	2	0	.	C	W	
Saxifraga oppositifolia	9	2	3	5	8	2	0	.	C	I	
Saxifraga rudolphiana	9	2	3	5	7	2	0	.	C	I	
Saxifraga sedoides	7	2	4	6	8	2	0	.	C	W	
Saxifraga stellaris subsp. robusta	8	2	3	8	x	4	0	.	C	W	
Sesleria sphaerocephala	9	2	4	4	9	2	0	.	H	S	
Silene alpestris	7	3	4	7	9	2	0	.	H	S	
Silene alpestris	8	3	4	4	9	2	0	.	C	S	
Silene vulgaris subsp. vulgaris	8	x	x	4	7	2	b	.	H	S	
Soldanella austriaca	8	2	4	7	9	3	0	.	H	W	
Soldanella minima	(!)	8	2	4	7	8	3	0	.	H	W
Solidago virgaurea	5	x	x	5	5	4	0	.	H	S	
Thlaspi alpestre	8	2	4	6	9	2	0	.	C	W	
Thlaspi minimum	8	2	4	5	9	3	0	.	C	W	
Thlaspi rotundifolium subsp. cepeaifolium	9	3	4	6	8	2	B	.	C	W	
Thymus praecox subsp. praecox	8	6	5	3	x	1	0	.	C	I	
Trisetum alpestre	8	3	4	3	8	2	0	.	H	S	
Trisetum argenteum	7	3	4	4	9	2	0	.	H	S	
Trisetum distichophyllum	(!)	8	2	4	5	9	4	0	.	H	S
Valeriana celtica	9	2	3	4	2	2	0	.	H	S	
Valeriana celtica subsp. norica	9	2	4	4	2	2	0	.	H	S	
Valeriana elongata	6	2	4	6	9	1	0	.	H	S	
Valeriana supina	(!)	8	1	4	5	9	2	0	.	H	S
Viola alpina	9	2	5	5	9	3	0	.	H	S	

### SPSS-Makros der Clusteranalysen

Im Folgenden sind die entsprechenden Makro-Anweisungen der Datenanalyse für CLUSTER mit Wishart's Similarity Ratio (CLUS\_SR) bzw. Percentage Similarity (CLUS\_PS) und der F- und T-Werte (F\_T\_VAL) zu den Gruppen aufgelistet. Weitere Makros sind auch für Czechanowski Index (CLUS\_CZ), Jaccard Index (CLUS\_IC) und Bray & Curtis Index (CLUS\_BC) in gleichem Anweisungsmodus verfügbar. Der entsprechende Aufruf der Makros unter SPSS erfolgt mit folgenden Anweisungen (A oder B):

```
(A): include file={makro-fname}.
      {makro} set1 = {set1} /
              set2 = {set2} /
              fname = {fname} /.
```

bzw.

```
(B): include file={makro-fname}.
      {makro} set1 = {set1} /
              set2 = {set2} /
              set3 = {set3} /
              fname = {fname} /.
```

In geschwungene Klammern gesetzte Ausdrücke sind Stellvertreter-Namen, die durch die entsprechenden Variablen bzw. Dateinamen ersetzt werden müssen:

{makro-fname} ist der entsprechende Dateiname (inkl. DOS-Pfad) des aufzurufenden Makros  
(clu-simr.mac, clu-psim.mac, clu-bray.mac, clu-czec.mac, clu-jacc.mac, bzw. variance.mac);

{makro} ist der mit "define" festgelegte Makroname  
(clus\_sr, clus\_ps, clus\_bc, clus\_cz, clus\_jc, bzw. f\_t\_val).

{set1} bezeichnet die Variable, die die Objekt-Id (z.B. obj oder id);

{set2} ist die Liste der Variablen (Arten, Standortfaktoren), die in die Analyse eingehen sollen;

{set3} enthält die Gruppierungs-Variable (nur bei Berechnung der F- und T-Werte in f\_t\_val; z. B. grp);

{fname} ist der Name der Ausgabedatei, in der die Proximitätsmatrix (Makros: clus\_\*) bzw. die Matrix der F- und T-Werte (Makro: f\_t\_val) gespeichert werden soll.

**Beispiel zur Clusteranalyse mit Wishart's Similarity Ratio:**

```
include file='d:\spss97\clu-simr.mac'.
clus_sr set1 = obj /
          set2 = ranalp to adegla /
          fname = 'gebiet2.sav' /.
```

Die Ausgabedateien werden mit "gebiet2.sro" für die Proximitätsmatrix der Objekte bzw. mit "gebiet2.srv" für die Proximitätsmatrix der Variablen benannt.

**Beispiel zur Berechnung der F-/T-Werte:**

```
include file='c:\daten\spss97\variance.mac'.
f_t_val set1 = obj /
          set2 = ranalp to adegla /
          set3 = grp /
          fname = 'gebiet2.sav' /.
```

Die Ausgabedatei (Matrix der F- und T-Werte) wird als "gebiet2.vft" abgespeichert.

Beachte: Die Analysen können bei großen Datenmatrizen in Abhängigkeit vom verwendeten Rechner Typ sehr lange dauern, bei nicht ausreichendem Hauptspeicher bricht das Makro mit einer entsprechenden SPSS-Fehlermeldung ab. Eine Arbeitsdateisicherung sollte vor Aufruf des Makros sichergestellt sein (weitere Erläuterungen und allgemeine Hinweise zur Syntax und zum Start von Makros bzw. "Include-Files" sind dem Handbuch der jeweiligen SPSS-Version zu entnehmen).

Die Ausgabedateien werden im TEMP-Verzeichnis abgelegt (hier: c:\windows\temp), die Dateieinträge sind bei anderer Verzeichnisstruktur entsprechend anzupassen. Die Makros für Czechanowski Index (CLUS\_CZ), Jaccard Index (CLUS\_JC) und Bray & Curtis Index (CLUS\_BC) sind in SPSS (CLUSTER bzw. PROXIMITIES) direkt implementiert und werden bei entsprechendem Aufruf der Proximities- und Cluster-Routinen vor allem bei größeren Fall-Zahlen schneller abgearbeitet. Die Makros dienen daher nur dem einfacheren Aufruf und in Anpassung an die Makros zur Cluster-Analysen mit Similarity Ratio bzw. Percentage Similarity.

Übersicht der verfügbaren Makros, Dateinamen und Methoden (nachfolgend sind nur clu-simr.mac, clu-psim.mac und variance.mac aufgelistet):

Makro-Dateiname	Makro-Name	Anweisungsform	Variablen-sets	Durchgeführte Methode
clu-simr.mac	CLUS_SR	(A)	set1, set2	AL- & CL-Cluster mit Similarity Ratio für Cases & Variables
clu-psim.mac	CLUS_PS	(A)	set1, set2	AL- & CL-Cluster mit Percentage Similarity für Cases & Pearson Correlation für Variables
clu-bray.mac	CLUS_BC	(A)	set1, set2	AL- & CL-Cluster mit Bray & Curtis Index für Cases & Variables
clu-czec.mac	CLUS_CZ	(A)	set1, set2	AL- & CL-Cluster mit Czechanowski Index für Cases & Pattern Index für Variables
clu-jacc.mac	CLUS_JC	(A)	set1, set2	AL- & CL-Cluster mit Jaccard Index für Cases & Variables
variance.mac	F_T_VAL	(B)	set1, set2, set3	Berechnung der T- und F-Wert zu Clustergruppierungen

## clu-simr.mac

preserve.

\* Macro CLU-SIMR.MAC zur Clusteranalyse mit Similarity Ratio und  
\* Average Linkage (AL-b) bzw. Complete Linkage (CL).

set printback off.

```
define clus_sr (set1 = !charend(')
                /set2 = !charend(')
                /fname = !charend(')).
```

\* Cluster: Wishart's SR / AL(b) of cases and Wishart's SR / CL of variables.

set mxloops 1000.

set printback off mprint off.

```
!let !tit1 =
!quote(!concat('Dendrogram of ',!upcase(!fname),': Sim.Ratio (Wishart)
used')).
```

```
!let !i = !index(!unquote(!fname),..).
```

```
!if (!i !GT 0)
```

```
!then
```

```
!let !prx1 =
!quote(!concat('c:\temp\!',!substring(!unquote(!fname),1,!i),'sro'))
```

```
!else
```

```
!let !prx1 =
!quote(!concat('c:\temp\!',!fname,'.sro'))
```

```
!endif.
```

```
!if (!i !GT 0)
```

```
!then
```

```
!let !prx2 =
!quote(!concat('c:\temp\!',!substring(!unquote(!fname),1,!i),'srv'))
```

```
!else
```

```
!let !prx2 =
!quote(!concat('c:\temp\!',!fname,'.srv'))
```

```
!endif.
```

\* cluster analysis of cases: dendrograms & schedules (Similarity Ratio).

set results off.

```
save outfile='c:\temp\cluster.tmp'
```

```
/compressed.
```

matrix.

```
get nam_matr /file = *
```

```
/variables = !set1
```

```
/names = nam1.
```

```
get matr /file = *
```

```
/variables = !set2
```

```
/names = nam2.
```

```
compute objx = nrow(matr).
```

```
compute varx = ncol(matr).
```

```
compute proxmatr = make(objx,objx,1).
```

```
print varx /format='f8' /title = 'no. of variables'.
```

```
print objx /format='f8' /title = 'no. of objects'.
```

```
loop i=1 to objx.
```

```
+ do if (i=1).
```

```
+ print /title = 'computing objects...' /space=1.
```

```
+ end if.
```

```
+ loop j=i+1 to objx.
```

```
+ compute z1 = matr(i,1:varx).
```

```
+ compute z2 = matr(j,1:varx).
```

```
+ compute x1 = msum(z1&*z2).
```

```
+ compute y1 = msum(z1&*z1)+msum(z2&*z2)-x1.
```

```
+ do if (y1=0).
```

```
+ compute proxmatr(i,j)=0.
```

```
+ compute proxmatr(j,i)=0.
```

```
+ else.
```

```
+ compute proxmatr(i,j)=(x1/y1).
```

```
+ compute proxmatr(j,i)=(x1/y1).
```

```
+ end if.
```

```
+ end loop.
```

```
end loop.
```

```
save ((!nam_matr,proxmatr))
```

```
/outfile = *
```

```
/variables = !set1, case1 to case1000
```

```
/strings = !set1.
```

```
msave (proxmatr)
```

```
/type = corr
```

```
/variables = case1 to case1000
```

```
/outfile = 'c:\temp\prox.tmp'.
```

```
end matrix.
```

```
string rowtype_ (a8).
```

```
compute rowtype_ = 'PROX'.
```

```
save outfile = 'c:\temp\label.tmp'
```

```
/keep=rowtype_ !set1 /compressed .
```

```
match files
```

```
files = 'c:\temp\label.tmp'
```

```
files = 'c:\temp\prox.tmp'.
```

```
value labels rowtype_
```

```
'PROX' 'SIMILARITY' SIM.RATIO'.
```

```
save outfile = !prx1
```

```
/compressed .
```

```
set results listing.
```

```
matrix.
```

```

+ print /title !quote(!concat('Object = ',!quote(!set1))).
+ print /title !quote(!concat('Variables = ',!quote(!set2))).
+ print /title !quote(!concat(!unquote(!tit1), ' - CASES')).
end matrix.
cluster
/method baverage complete
/id = !set1
/print schedule
/plot dendrogram
/matrix = in(*) .
-----
*cluster analysis of variables: dendrograms (Similarity Ratio).
-----
set results off.
get file='c:\temp\cluster.tmp'.
matrix.
get matr /file = *
/variables = !set2
/names = nam2.
compute objx = nrow(matr).
compute varx = ncol(matr).
compute proxmatr = make(varx,varx,1).
print objx /format='f8' /title = 'no. of objects'.
print varx /format='f8' /title = 'no. of variables'.
loop i=1 to varx.
+ do if (i=1).
+ print /title = 'computing variables...' /space=1.
+ end if.
+ loop j=i+1 to varx.
+ compute z1 = matr(1:objx,i).
+ compute z2 = matr(1:objx,j).
+ compute x1 = msum(z1&*z2).
+ compute y1 = msum(z1&*z1)+msum(z2&*z2)-x1.
+ do if (y1=0).
+ compute proxmatr(i,j)=0.
+ compute proxmatr(j,i)=0.
+ else.
+ compute proxmatr(i,j)=(x1/y1).
+ compute proxmatr(j,i)=(x1/y1).
+ end if.
+ end loop.

```

## clu-psim.mac

```

preserve.
-----
* Macro CLU-PSIM.MAC zur Clusteranalyse mit Percentage Similarity
* und Average Linkage (AL-b) bzw. Complete Linkage (CL).
-----
set printback off.
define clus_ps (set1 = !charend('r)
                /set2 = !charend('r)
                /fname = !charend('r)).
-----
* Cluster: Percentage Similarity / AL(b) of cases and
* Pearson Correlation / CL of variables.
-----
set mxloops 1000.
set printback off mprint off.
!let !tit1 =
!quote(!concat('Dendrogram of ',!upcase(!fname),': Perc.Similarity used')).
!let !tit2 =
!quote(!concat('Dendrogram of ',!upcase(!fname),': Correlation used')).
!let li = !index(!unquote(!fname),..).
!if (li !GT 0)
!then
!let !prx1 =
!quote(!concat('c:\temp\',!substring(!unquote(!fname),1,li),!ps0'))
!else
!let !prx1 =
!quote(!concat('c:\temp\',!fname,!.ps0'))
!endif.
!if (li !GT 0)
!then
!let !prx2 =
!quote(!concat('c:\temp\',!substring(!unquote(!fname),1,li),!cov'))
!else
!let !prx2 =
!quote(!concat('c:\temp\',!fname,!.cov'))

```

```

end loop.
save proxmatr
/outfile = *
/names = nam2.
end matrix.
save outfile 'c:\temp\prox.tmp'
/COMPRESSED.
flip .
string rowtype_ (A8).
compute rowtype_ = 'PROX'.
save outfile 'c:\temp\label.tmp'
/keep rowtype_ case_lbl
/rename=(case_lbl=varname_)
/compressed.
match files
files = 'c:\temp\label.tmp'
files = 'c:\temp\prox.tmp'
value labels rowtype_
'PROX' 'SIMILARITY' SIM.RATIO '.
save outfile = !prx2
/compressed .
set results listing.
matrix.
+ print /title !quote(!concat('Variables = ',!quote(!set2))).
+ print /title !quote(!concat(!unquote(!tit1), ' - VARIABLES')).
end matrix.
cluster
/method complete
/print=noone
/plot dendrogram
/matrix = in(*) .
-----
get file='c:\temp\cluster.tmp'.
erase file 'c:\temp\prox.tmp'.
erase file 'c:\temp\label.tmp'.
-----
set results listing.
!enddefine.
restore.

```

```

lifend.
-----
*cluster analysis of cases: dendrograms & schedules (Percentage
Similarity).
-----
set results off.
save outfile='c:\temp\cluster.tmp'
/compressed.
matrix.
get nam_matr /file = *
/variables = !set1
/names = nam1.
get matr /file = *
/variables = !set2
/names = nam2.
compute objx = nrow(matr).
compute varx = ncol(matr).
compute proxmatr = make(objx,objx,1).
print varx /format='f8' /title = 'no. of variables'.
print objx /format='f8' /title = 'no. of objects'.
loop i=1 to objx.
+ do if (i=1).
+ print /title = 'computing objects...' /space=1.
+ end if.
+ loop j=i+1 to objx.
+ compute z1 = matr(i,1:varx).
+ compute z2 = matr(j,1:varx).
+ compute x1 = 2*msum(cmin((z1;z2))).
+ compute y1 = msum(z1)+msum(z2).
+ do if (y1=0).
+ compute proxmatr(i,j)=0.
+ compute proxmatr(j,i)=0.
+ else.
+ compute proxmatr(i,j)=(x1/y1).
+ compute proxmatr(j,i)=(x1/y1).

```

```

+ end if.
+ end loop.
end loop.
save {(nam_matr,proxmatr)}
/outfile = *
/variables = !set1, case1 to case1000
/strings = !set1.
msave (proxmatr)
/type = corr
/variables = case1 to case1000
/outfile = 'c:\temp\prox.tmp'.
end matrix.
string rowtype_ (a8).
compute rowtype_ = 'PROX'.
save outfile = 'c:\temp\label.tmp'
/keep=rowtype_ !set1 /compressed .
match files
files = 'c:\temp\label.tmp'
/files = 'c:\temp\prox.tmp'.
value labels rowtype_
'PROX' 'SIMILARITY PERC.SIM. '.
save outfile = !prx1
/compressed .
set results listing.
matrix.
+ print /title !quote(!concat('Object = ',!quote(!set1))).
+ print /title !quote(!concat('Variables = ',!quote(!set2))).
+ print /title !quote(!concat(!unquote(!tit1),' - CASES')).
end matrix.
cluster
/method baverage complete
/id = !set1
/print schedule

```

## variance.mac

```

preserve.
* Macro VARIANCE.MAC zur Berechnung der F- und T-Values.
set printback off.
define f_t_val (set1 = !charend('r')
/set2 = !charend('r')
/set3 = !charend('r')
/fname = !charend('r')).
* F- and T-Values of variables in cluster-groups.
!let !tit1 =
!quote(!concat('F- und T-Values of ',!upcase(!fname))).
!let !i = !index(!unquote(!fname),.).
!if (!i > 0)
!then
!let !prx1 =
!quote(!concat('c:\temp\',!substring(!unquote(!fname),1,!i),'vff'))
!else
!let !prx1 =
!quote(!concat('c:\temp\',!fname,'.vff'))
!ifend.
set mxloops=1000.
set results off printback off mprint off.
*
* 
$$\text{Var}(xi, Ck)$$

* 
$$Fki = \frac{\text{Sum}(\text{Var}(xi, Ck))}{\text{Var}(xi)}$$

*
* 
$$Fi = \frac{\text{Mean}(xi, Ck) - \text{Mean}(xi)}{\text{SD}(xi)}$$

*
* xi = variable i
* Ck = cluster k
* Mean(xi) = arithmetical mean (of variable i)
* Mean(xi,Ck) = arithmetical mean (of variable i in cluster k)
* SD(xi) = standard deviation (of variable i)

```

```

/plot dendrogram
/matrix = in(*) .
*cluster analysis of variables: dendrograms (Correlation).
set results off.
get file='c:\temp\cluster.tmp'.
proximities !set2
/matrix=out( !prx2 )
/standardize=none
/view=variables
/measure=correlation
/print=none.
set results listing.
matrix.
+ print /title !quote(!concat('Variables = ',!quote(!set2))).
+ print /title !quote(!concat(!unquote(!tit2),' - VARIABLES')).
end matrix.
cluster
/method complete
/print=none
/plot dendrogram
/matrix = in( !prx2 ) .
get file='c:\temp\cluster.tmp'.
erase file 'c:\temp\prox.tmp'.
erase file 'c:\temp\label.tmp'.
set results listing.
!enddefine.
restore.

```

```

* 
$$\text{Var}(xi)$$
 = within-group-variance (of variable i)
* 
$$\text{Var}(xi, Ck)$$
 = variance (of variable i in cluster k)
* 
$$\text{Sum}(\text{Var}(xi, Ck))$$
 = sum of variance over all clusters
* (of variable i in cluster k)
* = between-group-variance (of variable i)
save outfile='c:\temp\variance.sav'
/compressed.
compute grpno=$casenum.
compute n_case=0.
compute w_spur=0.
sort cases by !set3.
save outfile='c:\temp\variance.tmp'
/keep=grpno n_case w_spur !set1 !set2 !set3
/compressed.
get file='c:\temp\variance.tmp'.
matrix.
get rr /file = *
/missing = accept
/systems = 0
/variables all
/names = namx.
compute objx = nrow(rr).
compute varx = ncol(rr).
compute grpno=1.
loop #i=1 to objx.
+ do if (grpno <> rr(!i, varx)).
+ compute grpno = rr(!i, varx).
+ compute grpno = grpno + 1.
+ end if.
+ compute rr(!i, 1) = grpno.
end loop.
save rr
/outfile = *
/names=namx
/strings=!set1 !set2.
end matrix.
formats grpno (F4.0).
save outfile='c:\temp\variance.tmp'
/drop=!set1
/compressed.

```

```

get file='c:\templ\variance.tmp'.
*-----
*set results listing.
*-----
* r(:,1) = GRPNO
* r(:,2) = N_CASE
* r(:,3) = W_SPUR
* r(:,4:(varx-1)) = VARIABLES
* r(:,varx) = !SET3 (string)
*-----
matrix.
get rr /file = *
/missing = accept
/sysmis = 0
/variables all
/names = namx.
compute objx = nrow(rr).
compute varx = ncol(rr).
compute grpx = cmax(rr(:,1)).
print {objx,varx-4,grpx}
  /title='No. of Objects / Variables / Groups'
  /formats='F10.0'.
compute rx_f = make(1,varx,0).
compute rx_fz = make(1,varx,0).
compute rx_w = make(grpx,1,0)
compute rx_sd = make(1,varx,0).
compute rx_mean = make(1,varx,0).
compute rx_num = make(1,varx,0).
compute ss_t = make(1,varx,0).
compute ss_w = make(1,varx,0).
compute ss_b = make(1,varx,0).
compute r_sd = make(grpx,varx,0).
compute r_mean = make(grpx,varx,0).
compute r_tval = make(grpx,varx,0).
loop #k=1 to grpx.
+ compute r_tval(#k,1) = #k.
end loop.
loop #i=4 to (varx-1).
+ compute ni = objx.
+ do if (ni=0).
+ compute mi = 0.
+ compute si = 0.
+ else.
+ compute mi = msum(rr(:,#i))/ni.
+ compute si = sqrt(mssq(rr(:,#i)-mi)/ni).
+ end if.
+ compute rx_sd(1,#i) = si.
+ compute rx_mean(1,#i) = mi.
+ compute rx_num(1,#i) = ni.
+ do if (ni<=1) or (si=0).
+ compute ss_t(1,#i) = 0.
+ else.
+ compute ss_t(1,#i) = mssq((rr(:,#i)-mi)).
+ end if.
+ compute ss_b(1,#i) = 0.
+ compute ss_w(1,#i) = 0.
+ compute ki = rr(1,1) /* aktuelle Gruppe */.
+ compute ki1 = 1 /* Gruppenbereich Anfang */.
+ compute ki2 = 0 /* Gruppenbereich Ende */.
+ loop #j=1 to objx.
+ do if (#j=objx).
+ compute ki2 = #j.
+ else.
+ do if (ki <> rr(#j+1,1)).
+ compute ki2 = #j.
+ end if.
+ end if.
+ do if (ki2 > 0).
+ compute nki = ki2-ki1+1.
+ compute r_tval(ki,2) = nki.
+ compute r_tval(ki,varx) = rr(#j,varx).
+ do if (nki = 0).
+ compute r_mean(ki,#i) = 0.
+ compute r_sd(ki,#i) = 0.
+ else.
+ compute r_mean(ki,#i) = msum(rr(ki1:ki2,#i))/nki.
+ compute r_sd(ki,#i) =
  sqrt(mssq(rr(ki1:ki2,#i)-r_mean(ki,#i))/nki).
+ end if.
+ do if (rx_sd(1,#i) = 0).
+ compute r_tval(ki,#i) = 0.
+ else.
+ compute r_tval(ki,#i) =
  (r_mean(ki,#i)-rx_mean(1,#i))/rx_sd(1,#i).
+ end if.
+ compute rx_w(ki,1) = rx_w(ki,1) +
  mssq(rr(ki1:ki2,#i)-r_mean(ki,#i)).
+ compute ss_w(1,#i) = ss_w(1,#i) +
  mssq(rr(ki1:ki2,#i)-r_mean(ki,#i)).
+ do if (#j = objx).
+ compute ki2 = 0.
+ else.
+ compute ki = rr(#j+1,1).
+ compute ki1 = #j+1.
+ compute ki2 = 0.
+ end if.
+ end if.
+ end loop.
+ compute ss_b(1,#i) = ss_t(1,#i)-ss_w(1,#i).
+ do if ((ki-1)=0) or ((ni-ki)=0) or (ss_w(1,#i)=0).
+ compute rx_f(1,#i) = 0.
+ else.
+ compute rx_f(1,#i) =
  (ss_b(1,#i)/(ki-1))/(ss_w(1,#i)/(ni-ki)).
+ end if.
end loop.
loop #k = 1 to grpx.
+ compute r_tval(#k,3) = rx_w(#k,1).
end loop.
save {rx_mean; rx_sd; rx_num; rx_f; r_tval}
/outfile = *
/names = namx
/strings !set3.
end matrix.
*-----
set results off.
*-----
string f_grp (A8).
do if ($casenum=1).
+ compute f_grp = 'Mean'.
+ compute n_case = $SYSMIS.
+ compute w_spur = $SYSMIS.
else if ($casenum=2).
+ compute f_grp = 'StdDev'.
+ compute n_case = $SYSMIS.
+ compute w_spur = $SYSMIS.
else if ($casenum=3).
+ compute f_grp = 'N'.
+ compute n_case = $SYSMIS.
+ compute w_spur = $SYSMIS.
else if ($casenum=4).
+ compute f_grp = 'F-Value'.
+ compute n_case = $SYSMIS.
+ compute w_spur = $SYSMIS.
else.
+ do if (grpno < 10).
+ compute f_grp = concat('T_00',ltrim(string(grpno,F4.0))).
+ else if (grpno < 100).
+ compute f_grp = concat('T_0',ltrim(string(grpno,F4.0))).
+ else.
+ compute f_grp = concat('T_',ltrim(string(grpno,F4.0))).
+ end if.
end if.
formats n_case (F4.0).
save outfile= !prx1
/drop grpno
/compressed.
get file= !prx1.
*-----
set results listing.
*-----
matrix.
get rr /file = *
/variables all
/missing = accept
/sysmis = 0
/names = namx.
compute rowx = nrow(rr).
compute varx = ncol(rr)-2.
compute grpx = rowx-4.

```

```

compute objx = mmax(rr(3,1:varx)).
print /title =
!quote(!concat('Object = ',!quote(!set1),' / Group = ',!quote(!set3))).
print /title !quote(!concat('Variables = ',!quote(!set2))).
print /title !quote(!concat(!unquote(!tit1),' - CLUSTER')).
print ((objx,(varx-2),grpx))
/title='No. of Objects / Variables / Groups'
/formats='F10.0'.
do if ((varx-1-2) > 0).
+ compute f_pool = msum(rr(4,3:varx))/(varx-1-2).
+ print ((f_pool,(1-fcdf(f_pool,(grpx-1),(grpx*(objx-1))))))
/format='F8.4'
/space=1
/title='Pooled F-Value / Signif. ' +
'bei df1 = k-1 , df2 = k*(n-1)'.
end if.
do if (grpx > 0).
+ compute w_pool = msum(rr(5:rowx,2)).
+ print w_pool
/format='F8.4'
/space=1
/title='W-Spur über k Cluster'.
end if.
print ((t(rr(1:4,1:varx)),
make(varx,1,1)-fcdf(t(rr(4,1:varx)),(grpx-1),(objx-1))))
/title 'Species Descriptives and F-Values'
/Formats='F6.3'
/mnames namx
/clabels = MEAN SD NUM F_VALUE SIG.
end matrix.
*-----
select if (substr(f_grp,1,2)='T_').
list f_grp !set3 w_spur n_case.
get file = !prx1.
*-----
matrix.
get rr /file = *
/variables all
/missing = accept
/systems = 0
/names = namx.
compute rowx = nrow(rr).
compute varx = ncol(rr)-2.
compute grpx = rowx-4.
compute objx = mmax(rr(3,1:varx)).
do if (grpx > 0).
+ compute w_pool = msum(rr(5:rowx,2)).
+ print w_pool
/format='F8.4'
/space=1
/title='W-Spur über k Cluster'.
end if.
print ((objx,(varx-2),grpx))
/title='No. of Objects / Variables / Groups'
/formats='F10.0'.
print T(rr(5:(grpx+4),1:varx))
/title 'Species T-Values: GROUP#'
/Formats='F6.3'
/mnames namx

/clabels =
T_001 T_002 T_003 T_004 T_005 T_006 T_007 T_008 T_009 T_010
T_011 T_012 T_013 T_014 T_015 T_016 T_017 T_018 T_019 T_020
T_021 T_022 T_023 T_024 T_025 T_026 T_027 T_028 T_029 T_030
T_031 T_032 T_033 T_034 T_035 T_036 T_037 T_038 T_039 T_040
T_041 T_042 T_043 T_044 T_045 T_046 T_047 T_048 T_049 T_050
T_051 T_052 T_053 T_054 T_055 T_056 T_057 T_058 T_059 T_060
T_061 T_062 T_063 T_064 T_065 T_066 T_067 T_068 T_069 T_070
T_071 T_072 T_073 T_074 T_075 T_076 T_077 T_078 T_079 T_080
T_081 T_082 T_083 T_084 T_085 T_086 T_087 T_088 T_089 T_090
T_091 T_092 T_093 T_094 T_095 T_096 T_097 T_098 T_099 T_100
T_101 T_102 T_103 T_104 T_105 T_106 T_107 T_108 T_109 T_110
T_111 T_112 T_113 T_114 T_115 T_116 T_117 T_118 T_119 T_120
T_121 T_122 T_123 T_124 T_125 T_126 T_127 T_128 T_129 T_130
T_131 T_132 T_133 T_134 T_135 T_136 T_137 T_138 T_139 T_140
T_141 T_142 T_143 T_144 T_145 T_146 T_147 T_148 T_149 T_150
T_151 T_152 T_153 T_154 T_155 T_156 T_157 T_158 T_159 T_160
T_161 T_162 T_163 T_164 T_165 T_166 T_167 T_168 T_169 T_170
T_171 T_172 T_173 T_174 T_175 T_176 T_177 T_178 T_179 T_180
T_181 T_182 T_183 T_184 T_185 T_186 T_187 T_188 T_189 T_190
T_191 T_192 T_193 T_194 T_195 T_196 T_197 T_198 T_199 T_200
T_201 T_202 T_203 T_204 T_205 T_206 T_207 T_208 T_209 T_210
T_211 T_212 T_213 T_214 T_215 T_216 T_217 T_218 T_219 T_220
T_221 T_222 T_223 T_224 T_225 T_226 T_227 T_228 T_229 T_230
T_231 T_232 T_233 T_234 T_235 T_236 T_237 T_238 T_239 T_240
T_241 T_242 T_243 T_244 T_245 T_246 T_247 T_248 T_249 T_250
T_251 T_252 T_253 T_254 T_255 T_256 T_257 T_258 T_259 T_260
T_261 T_262 T_263 T_264 T_265 T_266 T_267 T_268 T_269 T_270
T_271 T_272 T_273 T_274 T_275 T_276 T_277 T_278 T_279 T_280
T_281 T_282 T_283 T_284 T_285 T_286 T_287 T_288 T_289 T_290
T_291 T_292 T_293 T_294 T_295 T_296 T_297 T_298 T_299 T_300
T_301 T_302 T_303 T_304 T_305 T_306 T_307 T_308 T_309 T_310
T_311 T_312 T_313 T_314 T_315 T_316 T_317 T_318 T_319 T_320
T_321 T_322 T_323 T_324 T_325 T_326 T_327 T_328 T_329 T_330
T_331 T_332 T_333 T_334 T_335 T_336 T_337 T_338 T_339 T_340
T_341 T_342 T_343 T_344 T_345 T_346 T_347 T_348 T_349 T_350
T_351 T_352 T_353 T_354 T_355 T_356 T_357 T_358 T_359 T_360
T_361 T_362 T_363 T_364 T_365 T_366 T_367 T_368 T_369 T_370
T_371 T_372 T_373 T_374 T_375 T_376 T_377 T_378 T_379 T_380
T_381 T_382 T_383 T_384 T_385 T_386 T_387 T_388 T_389 T_390
T_391 T_392 T_393 T_394 T_395 T_396 T_397 T_398 T_399 T_400
T_401 T_402 T_403 T_404 T_405 T_406 T_407 T_408 T_409 T_410
T_411 T_412 T_413 T_414 T_415 T_416 T_417 T_418 T_419 T_420
T_421 T_422 T_423 T_424 T_425 T_426 T_427 T_428 T_429 T_430
T_431 T_432 T_433 T_434 T_435 T_436 T_437 T_438 T_439 T_440
T_441 T_442 T_443 T_444 T_445 T_446 T_447 T_448 T_449 T_450
T_451 T_452 T_453 T_454 T_455 T_456 T_457 T_458 T_459 T_460
T_461 T_462 T_463 T_464 T_465 T_466 T_467 T_468 T_469 T_470
T_471 T_472 T_473 T_474 T_475 T_476 T_477 T_478 T_479 T_480
T_481 T_482 T_483 T_484 T_485 T_486 T_487 T_488 T_489 T_490
T_491 T_492 T_493 T_494 T_495 T_496 T_497 T_498 T_499 T_500
end matrix.
*-----
get file='c:\temp\variance.sav'
erase file='c:\temp\variance.tmp'
set results listing.
!enddefine.
restore.

```

Tab. A: Schutt- und Schneebodengesellschaften der westlichen Nordostalpen (Gebiet-1 / Seite 1)

Tabellensortierung:		Similarity Ratio II / Average Linkage der Aufnahmen - Pearson Korrelation / Complete Linkage der Arten																														
Laufn.Nr.	N1-01	N1-02	N1-03	N1-04	N1-05	N1-06	N1-07	N1-08	N1-09	N1-10	N1-11	N1-12	N1-13	N1-14	N1-15	N1-16	N1-17	N1-18	N1-19	N1-20	N1-21	N1-22	N1-23	N1-24	N1-25	N1-26	N1-27	N1-28				
Verband	Pp				Thlaspion rotundifolii						Arabidion caer.				S.-Ac		Salicion r.			Salicion h.		Nardo-Salicion h.						Dc	Ps			
Gesellschaft	A1	B1	B2	C1	C2	C2	C2	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	D1	D1	D1	D1	D1	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F1	E1	E1				
"Variante"	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a	a	a	a				
					.1	.2	.1	.1b	.1a	.1a	.2	.3	.4a	.4a	.1a	.1b	.2a	.2b	.2b	.1a	.1b	.1c	.1d	.2			.1	.2				
								(1a)	(1b)				(1)	(2)			(1)	(2)														
Nr	Anzahl d. Aufn. mittl. Artenzahl		2	2	2	4	10	2	5	3	6	10	3	4	10	1	2	9	2	11	1	8	8	4	1	1	2	3	2	4		
	19.5	6.5	21.0	6.0	6.1	7.5	10.6	15.0	13.5	10.6	16.0	22.8	14.2	9.0	32.5	21.2	21.5	19.4	16.0	18.8	22.0	23.8	25.0	26.0	0.0	11.7	11.5	10.0				
																													Kürzel			
1	Valeriana montana	V.2					III.+																							VALMON		
2	Petasites paradoxus	III.1																												PETPAR		
3	Festuca nigricans	V.2		III.+						II.+						II.+						I.+		V.2						FESNIA		
4	Leucanthemum halleri	III.+		V.+				I.+		IV.+			I.+			II.+														LEUHAL		
5	Silene * glareosa	V.2						I.+		IV.+							III.+			V.1										SIL.GL		
6	Sedum atratum	V.1								III.+					II.+					V.+				III.+			II.+			SEDATR		
7	Crepis terglouensis									I.+																				CRETER		
8	Geum reptans									V.2																					GEUREP	
9	Poa minor						II.+		III.+		II.+				II.+		I.+													POAMIN		
10	Leontodon montanus		III.1	V.2		II.+		III.+	V.2	V.1	V.1		I.+		III.+		II.+			III.+										LEOMON		
11	Ranunculus glacialis		III.+	V.2			I.+	III.+		IV.1	V.2				II.+															RANGLA		
12	Galium megalospermum		V.2	V.1			III.+		I.+		II.+		II.+								I.+									GALMEG		
13	Campanula cenisia		V.2	V.1																										CAMCEN		
14	Linaria alpina	V.1		V.1			I.+	III.+		I.+	IV.+	IV.+	II.+											III.+						LINALP		
15	Cerastium latifolium				V.2		III.+		II.+								I.+													CERLAT		
16	Saxifraga aphylla				V.2		II.+									I.+				I.+										SAXAPH		
17	Moehringia ciliata	III.+	III.+		III.+	V.1	III.+	IV.1	IV.+	V.1	V.1			II.+	V.1	V.+		III.+		III.+	V.1		I.+							MOECIL		
18	Thlaspi * rotundifolium				III.+	V.2	V.1	III.+	IV.+	V.1	V.1	V.1		III.+	III.+			II.+		III.+	V.2						II.+			THL.RO		
19	Pritzelago * alpina			III.+	III.+	V.1	V.1	IV.+	II.+	II.+	IV.+			II.+	III.+	IV.1				III.+							II.+				PRI.AL	
20	Achillea atrata				II.+	II.+		V.1	V.1	V.1	IV.1		V.1	IV.+	IV.1	V.2	V.2	V.1	III.+	V.1	V.1		II.+	I.+					III.+	ACHATR		
21	Doronicum grandiflorum		III.+				V.1	I.+	V.1	V.2	V.3	IV.1	V.2	III.+			I.+							I.+	II.+		II.+			DORGRA		
22	Arabis alpina	V.1				I.+	V.+								I.+																ARAALP	
23	Oxyria digyna							V.1				II.+																			OXYDIG	
24	Arabis bellidifolia					II.+	I.+								I.+	V.+		II.+		II.+	V.1										ARABEL	
25	Ranunculus alpestris			III.+			I.+				II.+	I.+			IV.+	III.+	IV.1	V.1	V.1	V.2	V.1	V.1		II.+	II.+				II.+	RANALP		
26	Saxifraga androsacea			III.+			I.+													IV.+				II.+		II.+	I.+				SAXAND	
27	Arabis caerulea									II.+					II.+	II.+	V.1	V.1		II.+				II.+							ARACAE	
28	Saxifraga * robusta						II.+							II.+	IV.+	V.2			II.+							V.1	III.+				SAX.RO	
29	Hedysarum hedysaroides			V.1																												HEDHED
30	Festuca rupicaprina			V.1								III.+	I.+		III.+	II.+	V.2	III.+						II.+			II.+				FESRUA	
31	Aster bellidiastrum																	III.+	II.+													ASTBEL
32	Carex sempervirens									I.+						III.+		III.+	I.+													CXSEMP
33	Tortella tortuosa (B)			V.2										I.+					III.+	V.2											TORTOR	
34	Viola calcarata			V.1			I.+		II.+	II.+	II.+	I.+		II.+	II.+		V.+	II.+		I.+	V.+		I.+								VIOLC	
35	Festuca pumila				III.+										II.+						II.+											FESPUM
36	Carex parviflora									I.+				II.+		I.+		IV.+			IV.+								II.+			CXPARV





Tab. A: Schutt- und Schneebodengesellschaften der westlichen Nordostalpen (Gebiet-1 / Seite 4)

	Laufn.Nr.	N1-01	N1-02	N1-03	N1-04	N1-05	N1-06	N1-07	N1-08	N1-09	N1-10	N1-11	N1-12	N1-13	N1-14	N1-15	N1-16	N1-17	N1-18	N1-19	N1-20	N1-21	N1-22	N1-23	N1-24	N1-25	N1-26	N1-27	N1-28	
126	<i>Minuartia sedoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	MINSED
127	<i>Androsace chamaejasme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	ANDCHA
128	<i>Phyteuma orbiculare</i>	III.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III.+	I.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	PHYORB	
129	<i>Senecio * carniolicus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	III.+	.	.	.	.	.	V.1	.	.	.	.	SEN.CA	
130	<i>Taraxacum venustum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	TARVNU	
131	<i>Hieracium villosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	HIEVIL	
132	<i>Rumex alpestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	RUMAST	
133	<i>Campanula barbata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	CAMBAR	
134	<i>Luzula spicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I.+	.	.	.	II.+	.	.	LUZSPI	
135	<i>Cladonia sp. (L)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	II.+	V.2	.	.	.	.	CLASP.	
136	<i>Gentiana punctata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	II.+	V.2	V.2	.	.	.	GENPUN	
137	<i>Phyteuma hemisphaeric</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	II.+	V.1	V.1	.	.	.	PHYHEM	
138	<i>Cetraria islandica (L)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III.+	I.+	.	.	II.+	II.+	V.1	V.1	.	.	.	CETISL	
139	<i>Oreochloa disticha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I.+	.	.	V.2	.	.	.	OREDIS	
140	<i>Cetraria sp. (L)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	CETSP.	
141	<i>Solorina crocea (L)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	SOLCRO	
142	<i>Phleum commutatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	PHLCOM	
143	<i>Taraxacum petiolulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	TARPET	
144	<i>Veronica * humifusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III.+	.	VER.HU	
145	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I.+	II.+	.	.	III.+	.	.	BRYPSE	
146	<i>Carex atrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	II.+	II.+	.	.	.	.	.	CXATRA	
147	<i>Kobresia myosuroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	II.+	II.+	.	.	.	.	.	KOBMYO	
148	<i>Taraxacum helveticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I.+	II.+	.	.	.	.	.	II.+	.	I.+	.	.	.	.	.	.	.	II.+	TARHLV		
149	<i>Androsace obtusifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III.+	I.+	.	.	.	I.+	.	.	.	.	.	.	ANDOBT	
150	<i>Soldanella sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	SOLSP.	
151	<i>Potentilla brauneana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	POTBRA	
152	<i>Racomitrium canescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V.2	.	III.+	.	.	.	.	II.+	.	.	.	.	.	RACCAN	
153	<i>Gentiana nivalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	GENNIV	
154	<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III.+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	CERHOL	
999	Kryptogamen (ges.)	.	.	V.2	II.+	I.+	.	I.+	IV.+	V.2	IV.1	IV.1	V.2	V.2	V.3	V.3	V.2	V.2	IV.1	V.2	V.2	V.3	V.2	V.3	V.3	V.3	V.2	V.2	III.+	KRYPT.

## Vegetationseinheiten der westlichen Nordostalpen (Gebiet-1)

## Legende zu Tab. A (Seite 1)

Lauf.Nr.	N1-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-Id	Anzahl der Aufnahmen
N1-01	A1a.1	Valeriana montana-Ges.	[Valeriana montana-Ges.]	Petasion paradoxo	Aufn.375, 376	2
N1-02	B1a.1	Campanula cenisia-Linaria alpina-Ges.	Thlaspietum rotundifolii, Campanula cenisia-Ausbildung	Thlaspietum rotundifolii	Aufn.488, 458	2
N1-03	B2a.1	Leontodon montanus-Viola calcarata-Ges.	Leontodon montanus-Gesellschaften verschiedener Verbände		Aufn.322, 324	2
N1-04	C1a.1	Cerastium latifolium-Saxifraga aphylla-Ges.	Saxifrago-Cerastietum latifoliae		Aufn.d11, d10, 466, 470	4
N1-05	C2a.1	Thlaspi rotundifolium-Pritzelago alpina-Ges., verarmt	Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii (Saxifraga aphylla-Ausbildung) und Arabis alpina-Pritzelago alpina-Ges. (Thlaspi rotundifolium-Ausbildung)		Aufn.460, 484, 487, e460, 475, 346, 347; Aufn.d115, 473	10
N1-06	C2a.2	Thlaspi rotundifolium-Doronicum grandiflorum-Ges.	Thlaspietum rotundifolii, Leontodon montanus-Ausbildung		Aufn.323, d101	2
N1-07	C2b.1	Leontodon montanus-Ges.	Cerastio latifoliae-Leontodontetum montani und Pritzelago alpina-Leontodon montanus-Ges.		Aufn.d105, d116, d107, d10A, Aufn.373	5
N1-08	C3a.1b	Doronicum grandiflorum-Ges., Geum reptans-Oxyria digyna-Var.	Doronicum grandiflorum-Leontodon montanus-Ges., Thlaspi rotundifolii-Oxyria digyna-Ausbildung		Aufn.340, 354, 469	3
N1-09	C3a.1a(1a)	Doronicum grandiflorum-Ges., Leontodon montanus-Var.	Achilleo atratae-Doronicetum grandiflori, typische Ausbildung		Aufn.326, 327, 325, 353, 328, 352	6
N1-10	C3a.1a(1b)	Doronicum grandiflorum-Ges., Arabis alpina-(Oxyria digyna)-Var.	Achilleo atratae-Doronicetum grandiflori, typische Ausbildung		Aufn.459, 471, 472, 333, d10C, 355, 350, 351, 490, 306	10
N1-11	C3a.2	Doronicum grandiflorum-Rumex nivalis-Ges., Ligusticum mutellina-Übergangsges.	Campanulo pullae-Arabidetum caeruleae (Arabis caerulea-Ausbildung; 1 Aufn.) und Rumici-Arabidetum caeruleae	Arabidion caeruleae	Aufn.307; Aufn.d10D, 479, 307	3
N1-12	C3a.3	Doronicum grandiflorum-Rumex nivalis-Ges., Cirsium spinosissimum-Übergangsges.	Rumici-Arabidetum caeruleae; Cirsium spinosissimum-Ausbildung und typische Ausbildung (1 Aufn.)		Aufn.321, 334, 329; 335	4
N1-13	C3a.4a(1)	Rumici-Arabidetum caeruleae, Pritzelago alpina-Var.	Rumici-Arabidetum caeruleae, typische Ausbildung		Aufn.356, 483, 482, 339, 348, 349, 371, 358, 467, d106	10
N1-14	C3a.4a(2)	Rumici-Arabidetum caeruleae, verarmt	Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges, Thlaspi rotundifolium-Ausbildung		Aufn.492	1
N1-15	D1a.1a	Salix herbacea-Achillea atrata-Ges., Alchemilla fissa-Var.	Plantago alpina-Salix herbacea-Ges., Achillea atrata-Ausbildung	Salici-Arabidion caeruleae	Aufn.309, e309	2
N1-16	D1a.1b	Salix herbacea-Achillea atrata-Ges.	Salici-Arabidetum caeruleae (nordalpine-Ausbildung) und Homogyno-Salicetum retusae (nordalpine Ausbildung; 2 Aufn.)		Aufn.302, 305, 303, 480, 481, 478, 493; Aufn.464, e482	9
N1-17	D1a.2a	Salix retusa-Ges., verarmte Var.	Salix retusa-Ges. und Salicetum retuso-reticulatae (Festuca nigricans-Ausbildung)	Soldanello alpinae-Salicion retusae	Aufn.360; Aufn.372	2
N1-18	D1a.2b(1)	Salix retusa-Ges., Soldanella alpina-Salix reticulata-Var.	Dryado-Salicetum reticulatae (Saxifraga oppositifolia-Ausbildung) und Homogyno-Salicetum retusae (nordalpine Ausbildung)		Aufn.462, 486, d10E; Aufn.369, 370, 463, 476, 465, 474, 461	11
N1-19	D1a.2b(2)	Salix retusa-Ges., Thlaspi rotundifolium-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, verarmte Carex parviflora-Ausbildung		Aufn.491	1
N1-20	F2b.1a	Salicetum herbaceae, Ranunculus alpestris- und Polytrichum sexangulare-Var.	Salicetum herbaceae, Schiefer-Ausbildung	Salicion herbaceae	Aufn.332, 357, e332, 343, 344, 337, 338, 336	8
N1-21	F2b.1b	Salicetum herbaceae (?), Luzula alpinopilosa- und Polytrichum juniperinum-Var.	Salicetum herbaceae (Luzula alpinopilosa-Deschampsia cespitosa-Ausbildung) und Salici-Arabidetum caeruleae (nordalpine-Ausbildung; 2 Aufn.)		Aufn.366, 368, 361, 363, 313, 318; Aufn.331, 367	8

## Vegetationseinheiten der westlichen Nordostalpen (Gebiet-1)

## Legende zu Tab. A (Seite 2)

Lauf.Nr.	N1-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-Id	Anzahl der Aufnahmen
N1-22	F2b.1c	Luzuletum spadiceae	Luzuletum spadiceae (Gnaphalium supinum-Ausbildung) und Polytricho juniperini-Soldanelletum pusillae (Sibbaldia procumens-Ausbildung)	Nardo-Salicion herbaceae	Aufn.317, 330, 316; Aufn.312	4
N1-23	F2b.1d	Nardo-Gnaphalietum supini	Nardo-Gnaphalietum supini, Agrostis rupestris-Ausbildung		Aufn.364	1
N1-24	F2b.2	Luzula alpinopilosa-Salix retusa-Ges.	[Luzula alpinopilosa-Salix retusa-Ges.]		Aufn.320	1
N1-25	F2a.1	Gnaphalium supinum-Plantago alpina-Ges.	Soldanella pusilla-Gnaphalium supinum-Ges. und Polytrichetum sexangularis, Soldanella pusilla-Ausbildung		Aufn.311, 365	2
N1-26	F1a.1	Poa alpina-Gnaphalium supinum-Ges.	Poa alpina-Gnaphalium supinum-Ges. und Salicetum herbaceae (Luzula alpinopilosa-Deschampsia cespitosa-Ausbildung; 1 Aufn.)		Aufn.345, 341; Aufn.342	3
N1-27	E1a.1	Deschampsia cespitosa-Läger	Deschampsia cespitosa-Ges., Ranunculus montanus-Soldanella pusilla-Ausbildung	"Deschampsion cespitosae"	Aufn.362, 489	2
N1-28	E1a.2	Poa supina-Läger	Poo-Cerastietum cerastodis; Rumex nivalis-Ausbildung und Ligusticum mutellina-Ausbildung	"Poion supinae"	Aufn.468, 477; Aufn.304, 315	4

## Vegetationseinheiten der westlichen Nordostalpen (Gebiet-1)

Weitere Arten zu Tab. A (Seite 1)

Aufn-ID	Arten
0375	Scabiosa lucida(+) Aconitum tauricum(1) Rhinanthus glacialis(+) Geranium sylvaticum(1)
0376	Phyteuma orbiculare(+) Rhinanthus glacialis(+) Petasites paradoxus(3) Leucanthemum atratum(+) Carduus defloratus(1) Galium anisophyllum(+) Lotus alpinus(1)
0488	Saxifraga aizoides(1)
0322	Hedysarum hedysaroides(a)
0324	Hedysarum hedysaroides(+)
0466	Crepis kernerii(+)
d107	Biscutella * laevigata(r)
d10A	Biscutella * laevigata(1)
0373	Carex sempervirens(1) Saxifraga aizoides(+) Crepis terglouensis(a)
0340	Saxifraga oppositifolia(1) Saxifraga aizoides(1) Veronica aphylla(1)
0469	Saxifraga biflora x oppositifolia(m) Galium noricum(1)
0472	Galium anisophyllum(1)
d10C	Galium anisophyllum(1)
d10D	Taraxacum petiolulatum(m)
0479	Rumex alpestris(a)
0335	Senecio * carniolicus(1) Taraxacum venustum(+) Hieracium villosum(+)
0309	Androsace obtusifolia(+) Gentiana nivalis(1) Carex sempervirens(+)
e309	Gentiana nivalis(1) Cerastium holosteoides(+)
0302	Carex atrata(1) Kobresia myosuroides(+)
0305	Carex atrata(1)
0303	Potentilla brauneana(+) Pedicularis rostratocapitata(+) Androsace obtusifolia(+) Soldanella sp.(+)
0481	Potentilla brauneana(1)
0493	Minuartia sedoides(1)
0360	Senecio * carniolicus(+)
0372	Pedicularis rostratocapitata(1) Carex sempervirens(a) Phyteuma orbiculare(+) Gentiana verna(+) Aster bellidiastrum(+)
0462	Phyteuma orbiculare(+) Anthyllis * alpestris(+) Androsace chamaejasme(1)
0486	Saxifraga caesia(1) Anthyllis * alpestris(1) Minuartia sedoides(+) Minuartia gerardii(+)
d10E	Carex sempervirens(+) Aster bellidiastrum(+)
0485	Aster bellidiastrum(+) Anthyllis * alpestris(1)
0370	Pedicularis rostratocapitata(+) Veronica aphylla(+)
0463	Anthyllis * alpestris(+) Selaginella selaginoides(1)
0476	Aster bellidiastrum(1) Anthyllis * alpestris(+) Dryas octopetala(1) Carex capillaris(+)
0461	Saxifraga caesia(1)
0343	Cetraria sp.(1)
0344	Solorina crocea(a)
0337	Gentiana punctata(+) Oreochloa disticha(+)
0338	Solorina crocea(1) Cetraria sp.(1)
0363	Carex atrata(+)
0313	Luzula spicata(1)
0331	Androsace obtusifolia(+)
0318	Carex atrata(+) Mnium sp.(1)
0316	Campanula barbata(r) Gentiana punctata(+) Rumex alpestris(1)
0312	Carex atrata(+) Mnium sp.(1)

Vegetationseinheiten der westlichen Nordostalpen (Gebiet-1)

Weitere Arten zu Tab. A (Seite 2)

Aufn-ID	Arten
0364	Gentiana punctata(+)
0320	Gentiana punctata(+) Senecio * carniolicus(1) Avenula versicolor(a) Polytrichum sp.(a)
0365	Mnium sp.(m)
0341	Luzula spicata(+)
0489	Taraxacum cucullatum(1) Veronica * humifusa(1)
0468	Phleum commutatum(+)
0315	Taraxacum petiolulatum(+)



Tab. A<sub>FT</sub>: Prüfstatistik zu den Clusterergebnissen von Gebiet-1 (westliche Nordostalpen): F-Werte (am rechten Tabellenrand) und T-Werte (Matrix) der einzelnen Cluster. T-Werte unter 0,5 sind der Übersichtlichkeit halbe ausgeblendet. Sortierung der Arten nach absteigenden T-Summen.

Cluster	westliche Nordostalpen (122 Aufnahmen)																																				
	#Aufn.	F <sub>1a,1</sub>	F <sub>1a,1</sub>	F <sub>1a,1+2</sub>	F <sub>1a,1</sub>	F <sub>1a,1</sub>	F <sub>2a,2</sub>	F <sub>2a,1</sub>	F <sub>2a,1+1a</sub>	F <sub>2a,1+1b</sub>	F <sub>2a,1b</sub>	F <sub>2a,2</sub>	F <sub>2a,3</sub>	F <sub>2a,4a(1)</sub>	F <sub>2a,4a(2)</sub>	F <sub>1a,1a</sub>	F <sub>1a,1b</sub>	F <sub>1a,2a</sub>	F <sub>1a,2b(1)</sub>	F <sub>1a,2b(2)</sub>	F <sub>1a,1</sub>	F <sub>1a,2</sub>	F <sub>1a,1</sub>	F <sub>2a,1</sub>	F <sub>2a,1a</sub>	F <sub>2a,1b</sub>	F <sub>2a,1c</sub>	F <sub>2a,1a</sub>	F <sub>2a,1b</sub>	F-Value	sig	0.01/0.0	Messn	StdDev			
T-Werte	116,5	44,0	139,0	125,8	282,5	18,0	253,8	287,0	505,3	172,7	270,0	337,3	822,0	0,0	88,0	850,0	144,0	1002	0,0	114,0	228,8	122,0	113,0	795,5	825,9	334,8	0,0	0,0									
Summe	Lauf Nr.	N1-01	N1-02	N1-03	N1-04	N1-05	N1-06	N1-07	N1-08	N1-09	N1-10	N1-11	N1-12	N1-13	N1-14	N1-15	N1-16	N1-17	N1-18	N1-19	N1-20	N1-21	N1-22	N1-23	N1-24	N1-25	N1-26	N1-27	N1-28								
10,75	HRKALP		1,31												0,77	0,73		0,77	0,78	0,51	3,78																
7,71	ARABEL																																				
7,64	GENEAV		1,19									1,19	1,30		2,41	2,01			0,78	3,07	1,08					0,57	1,04	2,01	2,01								
6,14	PRYORS	3,07																																			
5,09	DIPSAL	1,54																																			
5,32	BRYPFE																																				
4,84	POHNEH					0,75		2,07				1,19		0,82																							
4,67	CZFERA																																				
3,61	GALHOR																																				
3,61	SAXSID																																				
3,61	SAYOPP																																				
0,84	RANWOM		-0,81		-0,81	-0,81	-0,81	-0,81				-0,81	1,22																								
-2,61	POAALP	0,84	-1,15				-1,15	-1,15																													









## Vegetationseinheiten der östlichen Nordostalpen (Gebiet-3)

## Legende zu Tab. C (Seite 1)

Lauf.Nr.	N3-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-Id	Anzahl der Aufnahmen
N3-01	A2a.1	Polytrichetum sexangularis	Polytrichetum sexangularis (1 Aufn.) und Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae (Polytrichum sexangulare-Ausbildung)	Salicion herbaceae	Aufn.673; Aufn.674, 675, 676	4
N3-02	A4a.1	Poa supina-Veronica alpina-Ges.	Poo-Cerastietum cerastioidis, Ligusticum mutellina-Ausbildung	Poion supinae	Aufn.202	1
N3-03	A4b.1	Salix retusa-Veronica alpina-Ges.	[Salix retusa-Veronica alpina-Ges.]		Aufn.246	1
N3-04	A3a.1	Polytrichum juniperinum-Agrostis rupestris-Ges.	[Polytrichum juniperinum-Agrostis rupestris-Ges.]	"Deschampsion cespitosae"	Aufn.641, 662	2
N3-05	A3b.1a	Deschampsia cespitosa-Ges., Soldanella alpina-Var.	Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae, Achillea clusiana-Deschampsia cespitosa-Ausbildung		Aufn.190, 191, 189, 242, 280, 259, 260, 245, f187, 193, 187, 277, 174, e187, 255	15
N3-06	A3b.1b	Deschampsia cespitosa-Ges., Doronicum calcareum-Var.	Poa alpina-Ligusticum mutellina-Rasen, Saxifraga androsacea-Rumex nivalis-Ausbildung		Aufn.657	1
N3-07	A1a.1a(1)	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Helianthemum glabrum (Homogyne discolor)-Var.	Diantho alpinae-Salicetum retusae, Carex sempervirens-Ausbildung	Soldanello alpinae-Salicion retusae	Aufn.223, 224, 226, 225, 257, e228, 229, 228, 227, 670	10
N3-08	A1a.1a(2)	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Helianthemum glabrum (Arabis bellidifolia)-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, Soldanella austriaca-Doronicum calcareum-Ausbildung		Aufn.231, 232, 230	3
N3-09	A1a.1b	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Luzula glabrata-Var.	Diantho alpinae-Salicetum retusae, Luzula glabrata-Ausbildung		Aufn.278, 279, 258	3
N3-10	A1a.2	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Soldanella austriaca-Var.	[Diantho alpinae-Salicetum retusae, Lotus alpinus-Ausbildung]		Aufn.233, 236	2
N3-11	A1a.3a	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Campanula alpina-Var.	Salix retusa-Carex atrata-Ges., bodensaure Ausbildung		Aufn.e205, g205, 205, f205, 209	5
N3-12	A1a.3b	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Armeria alpina-Var.	Salix retusa-Carex atrata-Ges., bodensaure Ausbildung		Aufn.579, s06, 181, 208, 206, 639, 207	7
N3-13	A1a.3c	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Gentiana pumila-Var.	Salix retusa-Carex atrata-Ges., Ligusticum mutellina-Ausbildung und Homogyno-Salicetum retusae, nordalpine Ausbildung		Aufn.241, 256, 179, 184, 176, 192, 204; Aufn.248, 249, 175	10
N3-14	A1a.4a	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Carex firma-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, verarmte Carex parviflora-Ausbildung		Aufn.183, 214	2
N3-15	A1a.4b(1)	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Carex firma-Soldanella austriaca-Var.	Dryado-Salicetum reticulatae, Saxifraga oppositifolia-Ausbildung		Aufn.632, 686	2
N3-16	A1a.4b(2)	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Carex firma-Soldanella austriaca-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, Soldanella austriaca-Doronicum calcareum-Ausbildung		Aufn.239, 240, 250, 253, 642, 667, 177, 648, 668, 173, 276, 221, 272, 218, 647, 658, 678	17
N3-17	A1a.4c	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., Carex firma-(Sanionia uncinata)-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, nordalpine Ausbildung		Aufn.677	1
N3-18	A1b.1	Thlaspi alpestre-Salix retusa-Ges., mit Anthoxanthum alpinum	Potentillo dubiae-Homogynetum discoloris, Anthoxanthum alpinum-Ausbildung		Aufn.251, 254	2
N3-19	B3b.2	Luzula glabrata-Campanula pulla-Ges., Epilobium alsinifolium-Var.	[Luzula glabrata-Campanula pulla-Ges.]		Aufn.243	1
N3-20	B3b.1	Luzula glabrata-Campanula pulla-Ges., Thlaspi alpestre-Var.	Luzula glabrata-Thlaspi alpestre-Ges.		Aufn.219, 220, 182, 261, 185, 186	6

## Vegetationseinheiten der östlichen Nordostalpen (Gebiet-3)

## Legende zu Tab. C (Seite 2)

Lauf.Nr.	N3-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-ld	Anzahl der Aufnahmen
N3-21	B3a.1	Achillea clusiana-Ges.-Var.	Potentillo dubiae-Homogynetum discoloris, Achillea clusiana-Ausbildung		Aufn.g23, g24, g21, 580	4
N3-22	B2a.1a	Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides-Ges., Campanula pulla-Var.	Saxifragetum stellaro-sedoidis und Campanulo pullae-Achilleetum clusianae (Soldanella austriaca-Ausbildung; 1 Aufn.)	Arabidion caeruleae	Aufn.629, 630, 669, 635, 637, 636, 640, 638; Aufn.671	9
N3-23	B2a.1b	Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides-Ges., Tortula norvegica-Var.	Saxifraga stellaris-Tortula norvegica-Ges., Pseudoleskeella catenulata-Ausbildung		Aufn.652, 688, 664, 665	4
N3-24	B2a.1c	Saxifraga stellaris-Saxifraga sedoides-Ges., Sesleria ovata-Var.	Saxifragetum stellaro-sedoidis (Sesleria ovata-Fazies)		Aufn.644, 646, 645, 643	4
N3-25	B2b.1a	Achillea clusiana-Campanula pulla-Ges., Potentilla brauneana-Var.	Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, Soldanella austriaca-Ausbildung		Aufn.194, 203, 195	3
N3-26	B2b.1b(1)	Achillea clusiana-Campanula pulla-Ges., Arabis alpina-(Saxifraga aizoides)-Var.	Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, Soldanella austriaca-Ausbildung und Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges, Thlaspi rotundifolium-Ausbildung		Aufn.197, 198, 196, 199, 200, 654, s07, 217, 213, 262, 655, 215; Aufn.264, 267	14
N3-27	B2b.1b(2)	Achillea clusiana-Campanula pulla-Ges., Arabis alpina-(Cirsium spinosissimum)-Var.	Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, Soldanella austriaca-Ausbildung		Aufn.672, 679, 660, 631	4
N3-28	B2b.1b(3)	Achillea clusiana-Campanula pulla-Ges., Arabis alpina-(Leontodon montanus)-Var.	Leontodon montanus-Carex parviflora-Ges.		Aufn.680	1
N3-29	B2b.2a	Achillea clusiana-Campanula pulla-Ges., Saxifraga moschata-Var.	Saxifraga stellaris-Soldanella austriaca-Ges., Luzula glabrata-Campanula pulla-Ausbildung		Aufn.210, 211, 178, 270, 222, 247, 269	7
N3-30	B2b.2b	Achillea clusiana-Campanula pulla-Ges., Luzula glabrata-Var.	Saxifraga stellaris-Soldanella austriaca-Ges., Luzula glabrata-Campanula pulla-Ausbildung und Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, Soldanella austriaca-Ausbildung		Aufn.172, 188; Aufn.244, 634	4
N3-31	B2c.1	Achillea atrata-Saxifraga stellaris-Ges., Salix retusa-Var.	Saxifraga stellaris-Soldanella austriaca-Ges., Doronicum calcareum-Achillea atrata-Ausbildung		Aufn.273, 275, 201, 238, 271, 216	6
N3-32	B2c.2a	Campanula pulla-Ges., Achillea atrata-Var.	Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges, Thlaspi rotundifolium-Ausbildung und Leontodon montanus-Carex parviflora-Ges.		Aufn.235, 237, 681, 683; Aufn. 659	5
N3-33	B2c.2b	Campanula pulla-Ges., Arabis alpina-Var.	Campanulo pullae-Achilleetum clusianae, Arabis alpina-Pritzelago alpina-Ausbildung und Arabis alpina-Saxifraga androsacea-Ges. (1. Aufn.)		Aufn.263, 265, d230, 180, 234; Aufn.274	6
N3-34	B2c.2c	Campanula pulla-Ges., Arabis caerulea-Var.	Arabis alpina-Pritzelago alpina-Ges., Thlaspi rotundifolium-Ausbildung	?	Aufn.682	1
N3-35	B1a.1	Thlaspi rotundifolium-Pritzelago alpina-Ges., verarmt	Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii (Saxifraga aphylla-Ausbildung) und Thlaspio-Rumicetum scutati (Adeonstyles glabra-Ausbildung)	Thlaspiion rotundifolii	Aufn.649, 650, 212; Aufn.g15	4
N3-36	B1a.2	Thlaspi rotundifolium-Saxifraga sedoides-Ges.	Saxifragetum stellaro-sedoidis		Aufn.656	1
N3-37	C1a.1	Crepis terglouensis-Ges.	Crepidetum terglouensis, Minuartia sedoides-Sesleria ovata-Ausbildung		Aufn.651, 653, 666	3
N3-38	D1a.1	Soldanella austriaca-Pohlia obtusifolia-Moosges.	Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata-Ges. und Soldanella austriaca-Pohlia obtusifolia-Ges.	Moosgesellschaften	Aufn.661; Aufn.663	2
N3-39	E1a.1	Gymnocarpium robertianum-Ges.	[Moehringio-Gymnocarpietum robertiani]	Petasion paradoxii	Aufn.g09, g20, g08	3
N3-40	E1b.1	Silene glareosa-Ges.	[Silene glareosa-Gypsophila repens-Ges.]		Aufn.g11, g12, g10, g07	4
N3-41	F1a.1a	Minuartia austriaca-Papaver alpinum-Ges., Athamanta cretensis-Var.	[Minuartia austriaca-Athamanta cretensis-Ges.]		Aufn.627, 687, 628	3

## Vegetationseinheiten der östlichen Nordostalpen (Gebiet-3)

## Legende zu Tab. C (Seite 3)

Lauf.Nr.	N3-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbands- zuordnung	Aufn.-Id	Anzahl der Aufnahmen
N3-42	F1a.1b	Minuartia austriaca-Papaver alpinum-Ges., Campanula cespitosa-Var.	[Minuartia austriaca-Campanula cespitosa-Ges.]		Aufn.s02, s03, s04	3
N3-43	F1b.1	Papaver alpinum-Ges., Rumex scutatus-Var.	[Papaver alpinum-Rumex scutatus-Ges.]		Aufn.g16, g17, g19	3
N3-44	F1b.2	Papaver alpinum-Ges., Cerastium carinthiacum-Var.	[Papaver alpinum-Cerastium carinthiacum-Ges.]		Aufn.684	1
N3-45	F2a.1	Trisetum distichophyllum-Ges.	[Athamanto-Trisetum distichophylli]		Aufn.685	1

## Vegetationseinheiten der östlichen Nordostalpen (Gebiet-3)

Weitere Arten zu Tab. C (Seite 1)

Aufn-ID	Arten
0651	<i>Saxifraga paniculata</i> (a) <i>Crepis terglouensis</i> (1) <i>Gentiana orbicularis</i> (1) <i>Saxifraga caesia</i> (+) <i>Draba sauteri</i> (1) <i>Minuartia cherlerioides</i> (1)
0653	<i>Saxifraga paniculata</i> (b) <i>Crepis terglouensis</i> (1) <i>Gentiana orbicularis</i> (1) <i>Saxifraga caesia</i> (1) <i>Draba sauteri</i> (1) <i>Arenaria ciliata</i> (1) <i>Petrocallis pyrenaica</i> (1)
0666	<i>Crepis terglouensis</i> (1) <i>Draba sauteri</i> (1) <i>Arenaria ciliata</i> (1) <i>Petrocallis pyrenaica</i> (+)
0661	<i>Oncophorus virens</i> (1)
0663	<i>Anthelia juratzkana</i> (4)
0g09	<i>Campanula cespitosa</i> (1) <i>Valeriana montana</i> (1) <i>Moehringia muscosa</i> (b) <i>Asplenium fissum</i> (+) <i>Gymnocarpium robertianum</i> (3) <i>Jovibarba hirta</i> (+) <i>Thalictrum minus</i> (1) <i>Euphorbia cyparissias</i> (1) <i>Erysimum sylvestre</i> (+) <i>Teucrium</i>
0g20	<i>Valeriana montana</i> (1) <i>Moehringia muscosa</i> (a) <i>Gymnocarpium robertianum</i> (b) <i>Galium lucidum</i> (+) <i>Acer pseudoplatanus</i> (+)
0g08	<i>Asplenium fissum</i> (+) <i>Gymnocarpium robertianum</i> (1) <i>Homalothecium sericeum</i> (+)
0g11	<i>Carduus defloratus</i> (r) <i>Scabiosa lucida</i> (+) <i>Campanula cespitosa</i> (+) <i>Primula clusiana</i> (r) <i>Anthyllis * alpestris</i> (+) <i>Leontodon hispidus</i> (+) <i>Thymus * praecox</i> (+) <i>Cardaminopsis arenosa</i> (+) <i>Thalictrum minus</i> (r) <i>Euphorbia cyp</i>
0g12	<i>Campanula cespitosa</i> (+) <i>Anthyllis * alpestris</i> (+) <i>Cardaminopsis arenosa</i> (1) <i>Euphorbia cyparissias</i> (1) <i>Erysimum sylvestre</i> (+) <i>Teucrium montanum</i> (+) <i>Galium lucidum</i> (+) <i>Gypsophila repens</i> (a) <i>Bupthalmum salicifolium</i> (+) G
0g10	<i>Gymnocarpium robertianum</i> (+) <i>Thalictrum minus</i> (+) <i>Erysimum sylvestre</i> (m) <i>Teucrium montanum</i> (+) <i>Teucrium chamaedrys</i> (+) <i>Vincetoxicum hirundinaria</i> (+)
0g07	<i>Carduus defloratus</i> (+) <i>Valeriana montana</i> (+) <i>Thymus * praecox</i> (1) <i>Veronica fruticans</i> (+) <i>Cardaminopsis arenosa</i> (+) <i>Campanula trachelium</i> (+) <i>Moehringia muscosa</i> (+)
0627	<i>Adenostyles glabra</i> (1) <i>Allium * montanum</i> (+) <i>Galium truniacum</i> (b) <i>Biscutella * laevigata</i> (+) <i>Athamanta cretensis</i> (+)
0687	<i>Adenostyles glabra</i> (+) <i>Galium truniacum</i> (1) <i>Biscutella * laevigata</i> (+) <i>Athamanta cretensis</i> (+) <i>Ranunculus hybridus</i> (+)
0628	<i>Galium truniacum</i> (1) <i>Biscutella * laevigata</i> (+) <i>Athamanta cretensis</i> (+) <i>Thymus * polytrichus</i> (m)
0s02	<i>Adenostyles glabra</i> (m) <i>Picea abies</i> (r) <i>Campanula cespitosa</i> (m) <i>Valeriana montana</i> (1) <i>Galium meliodorum</i> (1) <i>Hieracium bifidum</i> (+) <i>Senecio nemorensis</i> (+) <i>Androsace lactea</i> (1)
0s03	<i>Adenostyles glabra</i> (1) <i>Cystopteris alpina</i> (r) <i>Campanula cespitosa</i> (1) <i>Valeriana montana</i> (1) <i>Calamagrostis varia</i> (+)
0s04	<i>Valeriana elongata</i> (+) <i>Campanula cespitosa</i> (1) <i>Androsace lactea</i> (+)
0g16	<i>Biscutella * laevigata</i> (1) <i>Campanula cespitosa</i> (+) <i>Androsace lactea</i> (+) <i>Petasites paradoxus</i> (+)
0g17	<i>Adenostyles glabra</i> (+) <i>Biscutella * laevigata</i> (m) <i>Athamanta cretensis</i> (+) <i>Androsace lactea</i> (+) <i>Calamagrostis varia</i> (+) <i>Leontodon hispidus</i> (+) <i>Achillea clavinae</i> (+)
0g19	<i>Athamanta cretensis</i> (+) <i>Cerastium carinthiacum</i> (+) <i>Leontodon hispidus</i> (+) <i>Achillea clavinae</i> (+)
0684	<i>Biscutella * laevigata</i> (+) <i>Festuca * brachystachys</i> (+)
0685	<i>Biscutella * laevigata</i> (a) <i>Silene alpestris</i> (a) <i>Trisetum distichophyllum</i> (3)

Tab. CTT: Prüfstatistik zu den Clusterergebnissen von Gebiet-3 (östliche Nordostalpen): F-Werte (am rechten Tabellenrand) und T-Werte (Matrix) der einzelnen Cluster. T-Werte unter 0,5 sind der Übersichtlichkeit halbe ausgeblendet. Sortierung der Arten nach absteigenden T-Summen.

Cluster	A (a, b)		A (a, c)		A (a, d)		A (a, e)		A (a, f)		A (a, g)		A (a, h)		A (a, i)		A (a, j)		A (a, k)		A (a, l)		A (a, m)		A (a, n)		A (a, o)		A (a, p)		A (a, q)		A (a, r)		A (a, s)		A (a, t)		A (a, u)		A (a, v)		A (a, w)		A (a, x)		A (a, y)		A (a, z)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h	g	h																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
T-Werte	13-23	13-24	13-25	13-26	13-27	13-28	13-29	13-30	13-31	13-32	13-33	13-34	13-35	13-36	13-37	13-38	13-39	13-40	13-41	13-42	13-43	13-44	13-45	13-46	13-47	13-48	13-49	13-50	13-51	13-52	13-53	13-54	13-55	13-56	13-57	13-58	13-59	13-60	13-61	13-62	13-63	13-64	13-65	13-66	13-67	13-68	13-69	13-70	13-71	13-72	13-73	13-74	13-75	13-76	13-77	13-78	13-79	13-80	13-81	13-82	13-83	13-84	13-85	13-86	13-87	13-88	13-89	13-90	13-91	13-92	13-93	13-94	13-95	13-96	13-97	13-98	13-99	13-100	13-101	13-102	13-103	13-104	13-105	13-106	13-107	13-108	13-109	13-110	13-111	13-112	13-113	13-114	13-115	13-116	13-117	13-118	13-119	13-120	13-121	13-122	13-123	13-124	13-125	13-126	13-127	13-128	13-129	13-130	13-131	13-132	13-133	13-134	13-135	13-136	13-137	13-138	13-139	13-140	13-141	13-142	13-143	13-144	13-145	13-146	13-147	13-148	13-149	13-150	13-151	13-152	13-153	13-154	13-155	13-156	13-157	13-158	13-159	13-160	13-161	13-162	13-163	13-164	13-165	13-166	13-167	13-168	13-169	13-170	13-171	13-172	13-173	13-174	13-175	13-176	13-177	13-178	13-179	13-180	13-181	13-182	13-183	13-184	13-185	13-186	13-187	13-188	13-189	13-190	13-191	13-192	13-193	13-194	13-195	13-196	13-197	13-198	13-199	13-200	13-201	13-202	13-203	13-204	13-205	13-206	13-207	13-208	13-209	13-210	13-211	13-212	13-213	13-214	13-215	13-216	13-217	13-218	13-219	13-220	13-221	13-222	13-223	13-224	13-225	13-226	13-227	13-228	13-229	13-230	13-231	13-232	13-233	13-234	13-235	13-236	13-237	13-238	13-239	13-240	13-241	13-242	13-243	13-244	13-245	13-246	13-247	13-248	13-249	13-250	13-251	13-252	13-253	13-254	13-255	13-256	13-257	13-258	13-259	13-260	13-261	13-262	13-263	13-264	13-265	13-266	13-267	13-268	13-269	13-270	13-271	13-272	13-273	13-274	13-275	13-276	13-277	13-278	13-279	13-280	13-281	13-282	13-283	13-284	13-285	13-286	13-287	13-288	13-289	13-290	13-291	13-292	13-293	13-294	13-295	13-296	13-297	13-298	13-299	13-300	13-301	13-302	13-303	13-304	13-305	13-306	13-307	13-308	13-309	13-310	13-311	13-312	13-313	13-314	13-315	13-316	13-317	13-318	13-319	13-320	13-321	13-322	13-323	13-324	13-325	13-326	13-327	13-328	13-329	13-330	13-331	13-332	13-333	13-334	13-335	13-336	13-337	13-338	13-339	13-340	13-341	13-342	13-343	13-344	13-345	13-346	13-347	13-348	13-349	13-350	13-351	13-352	13-353	13-354	13-355	13-356	13-357	13-358	13-359	13-360	13-361	13-362	13-363	13-364	13-365	13-366	13-367	13-368	13-369	13-370	13-371	13-372	13-373	13-374	13-375	13-376	13-377	13-378	13-379	13-380	13-381	13-382	13-383	13-384	13-385	13-386	13-387	13-388	13-389	13-390	13-391	13-392	13-393	13-394	13-395	13-396	13-397	13-398	13-399	13-400	13-401	13-402	13-403	13-404	13-405	13-406	13-407	13-408	13-409	13-410	13-411	13-412	13-413	13-414	13-415	13-416	13-417	13-418	13-419	13-420	13-421	13-422	13-423	13-424	13-425	13-426	13-427	13-428	13-429	13-430	13-431	13-432	13-433	13-434	13-435	13-436	13-437	13-438	13-439	13-440	13-441	13-442	13-443	13-444	13-445	13-446	13-447	13-448	13-449	13-450	13-451	13-452	13-453	13-454	13-455	13-456	13-457	13-458	13-459	13-460	13-461	13-462	13-463	13-464	13-465	13-466	13-467	13-468	13-469	13-470	13-471	13-472	13-473	13-474	13-475	13-476	13-477	13-478	13-479	13-480	13-481	13-482	13-483	13-484	13-485	13-486	13-487	13-488	13-489	13-490	13-491	13-492	13-493	13-494	13-495	13-496	13-497	13-498	13-499	13-500	13-501	13-502	13-503	13-504	13-505	13-506	13-507	13-508	13-509	13-510	13-511	13-512	13-513	13-514	13-515	13-516	13-517	13-518	13-519	13-520	13-521	13-522	13-523	13-524	13-525	13-526	13-527	13-528	13-529	13-530	13-531	13-532	13-533	13-534	13-535	13-536	13-537	13-538	13-539	13-540	13-541	13-542	13-543	13-544	13-545	13-546	13-547	13-548	13-549	13-550	13-551	13-552	13-553	13-554	13-555	13-556	13-557	13-558	13-559	13-560	13-561	13-562	13-563	13-564	13-565	13-566	13-567	13-568	13-569	13-570	13-571	13-572	13-573	13-574	13-575	13-576	13-577	13-578	13-579	13-580	13-581	13-582	13-583	13-584	13-585	13-586	13-587	13-588	13-589	13-590	13-591	13-592	13-593	13-594	13-595	13-596	13-597	13-598	13-599	13-600	13-601	13-602	13-603	13-604	13-605	13-606	13-607	13-608	13-609	13-610	13-611	13-612	13-613	13-614	13-615	13-616	13-617	13-618	13-619	13-620	13-621	13-622	13-623	13-624	13-625	13-626	13-627	13-628	13-629	13-630	13-631	13-632	13-633	13-634	13-635	13-636	13-637	13-638	13-639	13-640	13-641	13-642	13-643	13-644	13-645	13-646	13-647	13-648	13-649	13-650	13-651	13-652	13-653	13-654	13-655	13-656	13-657	13-658	13-659	13-660	13-661	13-662	13-663	13-664	13-665	13-666	13-667	13-668	13-669	13-670	13-671	13-672	13-673	13-674	13-675	13-676	13-677	13-678	13-679	13-680	13-681	13-682	13-683	13-684	13-685	13-686	13-687	13-688	13-689	13-690	13-691	13-692	13-693	13-694	13-695	13-696	13-697	13-698	13-699	13-700	13-701	13-702	13-703	13-704	13-705	13-706	13-707	13-708	13-709	13-710	13-711	13-712	13-713	13-714	13-715	13-716	13-717	13-718	13-719	13-720	13-721	13-722	13-723	13-724	13-725	13-726	13-727	13-728	13-729	13-730	13-731	13-732	13-733	13-734	13-735	13-736	13-737	13-738	13-739	13-740	13-741	13-742	13-743	13-744	13-745	13-746	13-747	13-748	13-749	13-750	13-751	13-752	13-753	13-754	13-755	13-756	13-757	13-758	13-759	13-760	13-761	13-762	13-763	13-764	13-765	13-766	13-767	13-768	13-769	13-770	13-771	13-772	13-773	13-774	13-775	13-776	13-777	13-778	13-779	13-780	13-781	13-782	13-783	13-784	13-785	13-786	13-787	13-788	13-789	13-790	13-791	13-792	13-793	13-794	13-795	13-796	13-797	13-798	13-799	13-800	13-801	13-802	13-803	13-804	13-805	13-806	13-807	13-808	13-809	13-810	13-811	13-812	13-813	13-814	13-815	13-816	13-817	13-818	13-819	13-820	13-821	13-822	13-823	13-824	13-825	13-826	13-827	13-828	13-829	13-830	13-831	13-832	13-833	13-834	13-835	13-836	13-837	13-838	13-839	13-840	13-841	13-842	13-843	13-844	13-845	13-846	13-847	13-848	13-849	13-850	13-851	13-852	13-853	13-854	13-855	13-856	13-857	13-858	13-859	13-860	13-861	13-862	13-863	13-864	13-865	13-866	13-867	13-868	13-869	13-870	13-871	13-872	13-873	13-874	13-875	13-876	13-877	13-878	13-879	13-880	13-881	13-882	13-883	13-884	13-885	13-886	13-887	13-888	13-889	13-890	13-891	13-892	13-893	13-894	13-895	13-896	13-897	13-898	13-899	13-900	13-901	13-902	13-903	13-904	13-905	13-906	13-907	13-908	13-909	13-910	13-911	13-912	13-913	13-914	13-915	13-916	13-917	13-918	13-919	13-920	13-921	13-922	13-923	13-924	13-925	13-926	13-927	13-928	13-929	13-930	13-931	13-932	13-933	13-934	13-935	13-936	13-937	13-938	13-939	13-940	13-941	13-942	13-943	13-944	13-945	13-946	13-947	13-948	13-949	13-950	13-951	13-952	13-953	13-954	13-955	13-956	13-957	13-958	13-959	13-960	13-961	13-962	13-963	13-964	13-965	13-966	13-967	13-968	13-969	13-970	13-971	13-972	13-973	13-974	13-975	13-976	13-977	13-978	13-979	13-980	13-981	13-982	13-983	13



Tab. Cff: Prüfstatistik zu den Clusterergebnissen von Gebiet-3 (östliche Nordostalpen): F-Werte (am rechten Tabellenrand) und T-Werte (Matrix) der einzelnen Cluster. T-Werte unter 0,5 sind der Übersichtlichkeit halbe ausgeblendet. Sortierung der Arten nach absteigenden T-Summen.

Cluster	östliche Nordostalpen (195 Aufnahmen)														
	#Auch.	1	3	2	3	4	3	3	3	0					
T-Werte		172	73,5	94,67	148,3	76	136,7	63,33	0	0					
		0	172	73,5	94,67	148,3	76	136,7	63,33	0					
Summe	Lauf Nr.	N3-36	N3-37	N3-38	N3-39	N3-40	N3-41	N3-42	N3-43	N3-44	N3-45				
21,362	GER. CR	1,58				4,52			3,05	3,05	7,35	0,000	---	0,241	0,905
20,748	BIS. LA					2,83			2,83	7,40	20,02	0,000	---	0,144	0,856
20,54	LINALF	1,29				3,92	2,34	2,87	4,44	2,87	10,01	0,000	---	0,179	0,825
17,512	FOTEAA			1,82	0,50						3,92	0,000	---	0,365	1,043
17,069	FAR. AL					4,86	3,44	2,83	5,28		19,68	0,000	---	0,256	1,089
16,953	SANQCH										5,73	0,000	---	0,256	1,075
16,194	SANQCO										4,75	0,000	---	0,174	0,716
14,479	SAKSED					2,55	2,55				67,09	0,000	---	0,882	1,926
13,833	ASTREL							0,93			2,37	0,000	---	0,518	1,229
13,64	OTDHOL										13,60	0,000	---	0,041	0,416
13,548	ESALE										8,44	0,000	---	0,282	0,933
13,233	CLAFIX										9,95	0,000	---	0,072	0,480
13,141	SELSEL										3,52	0,000	---	0,451	0,972
12,883	HONDIS										2,64	0,000	---	0,554	1,400
12,632	KOPIRH		2,50								5,99	0,000	---	0,856	1,604
12,615	EPITALF	12,08									12,28	0,000	---	0,082	0,492
12,548	KIATFAL										117,37	0,000	---	0,118	0,738
12,482	SIL. GL			2,79	4,87	3,92	0,90				32,69	0,000	---	0,205	0,882
12,297	OKOHO										4,32	0,000	---	0,041	0,333
12,161	KURSDO				3,19	2,24	3,09	3,09			6,43	0,000	---	0,228	0,779
12,118	FORSDU										3,80	0,000	---	0,087	0,542
12,037	SEISUD										5,29	0,000	---	0,072	0,411
11,934	TOKSUL										10,14	0,000	---	0,041	0,416
11,933	STLST									7,35	3,88	0,000	---	0,138	0,661
11,921	SEFOVA	3,91									14,77	0,000	---	0,200	0,886
11,852	COSENF	0,57									4,75	0,000	---	0,328	1,175
11,847	AUCOHA										2,20	0,000	---	0,226	0,751
11,844	LEQOHA										3,12	0,000	---	0,128	0,797
11,785	QUICVA		1,93								1,71	0,008	---	0,123	0,713
11,687	FOHGET		6,98								12,36	0,000	---	0,184	0,908
11,473	HUHAU				0,65	5,41	5,41				57,14	0,000	---	0,169	0,893
11,361	FOASUP										6,73	0,000	---	0,344	1,336
11,33	GENEAV										3,02	0,000	---	0,051	0,362
11,282	GOALOH			0,57	0,57						4,79	0,000	---	0,346	0,987
11,203	FOHSHI										4,73	0,000	---	0,482	1,143
11,18	HUCOLA	1,11									2,63	0,000	---	0,528	1,325
11,058	FERRHA										2,49	0,000	---	0,713	1,450
11,045	SAKFAH		5,40								5,07	0,000	---	0,108	0,659
10,944	HYGALF										1,86	0,002	---	0,349	0,901
10,754	DIS. CO										1,85	0,003	---	0,174	0,716
10,748	CANGES			1,73	1,73		6,20	1,09			10,18	0,000	---	0,097	0,522
10,671	KANHOH										2,97	0,000	---	0,579	1,197
10,525	SCHAFQ	0,75				1,49					2,92	0,000	---	0,318	0,907
10,4	DIALFF										4,86	0,000	---	0,308	0,846
10,396	FOLJUN										3,88	0,000	---	0,877	1,643
10,237	FESFPH	0,79					1,64				4,03	0,000	---	0,759	1,572
10,232	FERYSE										3,03	0,000	---	0,313	0,988
10,22	FWSE					6,16			4,06		21,50	0,000	---	0,051	0,318
10,032	ANHALF										4,71	0,000	---	0,533	1,221
10,007	GHANOF										1,85	0,002	---	0,215	0,850
9,968	ESALE										2,51	0,000	---	0,226	0,731
9,825	ENDKAK										3,49	0,002	---	0,123	0,688
9,823	JURSDH						0,74	1,24	2,75		1,72	0,007	---	0,174	0,684
9,816	FSECAT	0,97									6,28	0,000	---	0,344	1,194
9,807	ADEGLA						2,87	3,82	0,93		2,85	0,000	---	0,133	0,575
9,832	TRL. RO										6,61	0,000	---	0,138	0,721
9,672	CRALFF										27,75	0,000	---	0,103	0,506
9,582	VALHOH			4,31	0,98		4,31				5,46	0,000	---	0,072	0,447
9,464	ANT. AL										2,68	0,000	---	0,113	0,504
9,389	KOJVO										3,47	0,000	---	0,179	0,812
9,287	FPYALI	5,93									2,15	0,000	---	0,067	0,734
9,173	YACHT										7,58	0,000	---	0,113	0,494
9,12	KANNDH										3,55	0,000	---	0,159	0,582
9,046	TARFPI										6,25	0,000	---	0,190	0,906
9,046	DRVOOT										2,25	0,000	---	0,087	0,486
8,967	FAHSH										6,71	0,000	---	0,308	0,975
8,95	AUCLAC						4,99	3,96			6,18	0,000	---	0,046	0,325
8,932	ANTALE										6,41	0,000	---	0,072	0,521
8,862	SAVALI										2,62	0,000	---	0,574	1,308
8,854	LOTALF										2,80	0,000	---	0,149	0,619
8,782	HUOLLA										8,09	0,000	---	0,228	0,785
8,592	SEHFUN										2,36	0,000	---	0,365	0,879
8,533	SOLALF								0,71		3,81	0,000	---	0,333	0,943
8,509	HUNDES	3,04									1,85	0,003	---	0,174	0,709
8,477	GREARJ										6,13	0,000	---	0,538	1,314
8,324	HINSED	2,68									2,70	0,000	---	0,195	0,789
8,145	SAVODS						0,91				1,78	0,004	---	0,472	1,310
8,065	DATA										6,01	0,000	---	0,477	1,182
8,044	EDCAF										2,59	0,000	---	0,082	0,370
8,036	JYROBE			7,46	0,58						24,74	0,000	---	0,692	0,703
8,018	CRETER	7,34									21,52	0,000	---	0,082	0,400
8,013	ARALFF										3,95	0,000	---	0,610	1,274
8,002	CISPEF										7,94	0,000	---	0,133	0,625
7,978	TORHOR										17,64	0,000	---	0,159	0,912
7,95	LOPHEN										2,94	0,000	---	0,077	0,506
7,923	THY. FO						2,90				2,03	0,001	---	0,072	0,436
7,868	HORALF										6,59	0,000	---	0,051	0,438
7,79	LEUAFB										2,12	0,000	---	0,123	0,629
7,738	LOIFFO										4,02	0,000	---	0,051	0,382
7,695	KIKSUF										2,91	0,000	---	0,149	0,703
7,687	ROTAUF										3,25	0,000	---	0,292	0,924
7,611	ANTJUS		6,47								2,98	0,000	---	0,056	0,809
7,611	FRYGRE										1,83	0,003	---	0,046	0,325
7,536	GALTRU					7,54			</						

Tab. CFT: Prüfstatistik zu den Clusterergebnissen von Gebiet-3 (östliche Nordostalpen): F-Werte (am rechten Tabellenrand) und T-Werte (Matrix) der einzelnen Cluster. T-Werte unter 0,5 sind der Übersichtlichkeit halbe ausgeblendet. Sortierung der Arten nach absteigenden T-Summen.

Cluster	östliche Nordostalpen (195 Aufnahmen)											F-Werte sg 0 01 0 0 Mean StdDev					
	#Auh.	1	3	2	3	4	3	3	3	1	1						
T-Werte	N3-35	N3-37	N3-38	N3-39	N3-40	N3-41	N3-42	N3-43	N3-44	N3-45							
Summe	Lauf Nr.																
6,928	LEONEL												3,37	0,000	---	0,015	0,214
6,928	LUCANA												3,37	0,000	---	0,010	0,143
6,928	FTICIL												3,37	0,000	---	0,015	0,214
6,928	RHOCHA												3,37	0,000	---	0,010	0,143
6,928	TOFFUS												3,37	0,000	---	0,015	0,214
6,928	ERYTIL												5,38	0,000	---	0,051	0,375
6,775	SEDATR	0,85			1,84	5,19							1,84	0,003	---	0,308	0,815
6,72	SAYCAE		4,87										2,73	0,000	---	0,051	0,332
6,841	CARAKE					5,24							5,65	0,000	---	0,046	0,325
6,515	ACHCLA							6,52					6,71	0,000	---	0,021	0,202
6,515	AUFFIL					6,52							6,71	0,000	---	0,021	0,202
6,515	GENOEB			6,52									6,71	0,000	---	0,031	0,302
6,51	FOLFEX												25,87	0,000	---	0,133	0,978
6,503	EUPCYF				2,88	3,63							2,39	0,000	---	0,041	0,333
6,387	FETFYR			6,39									5,99	0,000	---	0,026	0,257
6,343	TRANIN				3,64	2,70							1,97	0,001	---	0,031	0,266
6,295	GALLUC				2,15	4,14							2,85	0,000	---	0,036	0,293
6,051	CARDEF					3,21							1,70	0,006	---	0,031	0,224
6,034	ACHATR												4,90	0,000	---	0,462	1,178
5,89	ERYVFF						4,60						9,05	0,000	---	0,077	0,524
5,771	FRICLU							4,60					2,55	0,000	---	0,072	0,369
5,75	HELALF								4,60				2,70	0,000	---	0,062	0,409
5,693	GETIEL												20,48	0,000	---	0,128	0,750
5,243	TARSAI												4,62	0,000	---	0,062	0,561
5,01	AECIL		4,06										1,89	0,002	---	0,077	0,474
4,948	TAIBEA												2,11	0,000	---	0,128	0,708
4,861	HARSCA												3,34	0,000	---	0,031	0,302
4,861	TAYTRO												3,34	0,000	---	0,051	0,504
4,765	THY.FA					4,77							3,09	0,000	---	0,026	0,257
4,714	GIFKEF					4,71							2,97	0,000	---	0,041	0,416
4,67	CYCAFI												2,60	0,000	---	0,118	0,528
4,595	AREYAK				4,60								1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	ALCCRI												1,68	0,009	---	0,025	0,357
4,595	ALLJMO						4,60						1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	GABHEI							4,60					1,68	0,009	---	0,015	0,214
4,595	HIEFTI								4,60				1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	HOMSEA				4,60								1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	JOVHIR				4,60								1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	HEUATH												1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	HINONE		4,60										1,68	0,009	---	0,015	0,214
4,595	FETFAE								4,60				1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	FICAEI							4,60		4,60			1,68	0,009	---	0,005	0,071
4,595	RAHWE						4,60						1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,595	SENHEI							4,60					1,68	0,009	---	0,010	0,143
4,464	ALDEXI												2,44	0,000	---	0,038	0,364
3,972	ALDHON												4,54	0,000	---	0,441	1,440
3,868	THATEA												1,81	0,000	---	0,031	0,302
3,89	FRUSNA												1,84	0,003	---	0,185	0,778
3,477	CLASF.												1,72	0,007	---	0,041	0,333
-0,257	SACDAP	0,85	-0,56	1,21	-0,56	-0,56	-0,56	-0,56	-0,56	-0,56	-0,56	4,99	0,000	---	0,795	1,414	
-1,094	HOECIL	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	2,58	1,28	6,60	0,000	---	1,097	1,511
-1,495	CANFCH	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	4,08	0,000	---	0,805	1,125	
-1,811	VER.FU	1,38	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	-0,71	5,80	0,000	---	1,015	1,434	
-1,784	TORTOR	-0,55	0,87	-0,55	-0,55	-0,55	0,84	-0,55	-0,55	-0,55	2,70	0,000	---	0,774	1,403		
-1,985	ACHLCU	0,57	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	7,96	0,000	---	1,554	2,524	
-2,025	FRI.AL	-0,78	0,51	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	10,27	0,000	---	1,205	1,549	
-2,80	FOARLF	-1,10		-1,10	-1,10	-1,10	-1,10	-1,10	-1,10	-1,10	0,60	4,34	0,000	---	1,938	1,768	
-2,978	THLAFI	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	2,83	0,000	---	0,759	1,244		
-3,211	EUFFAL	1,23	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	3,01	0,000	---	0,805	1,138		
-3,781	SILACA	-0,59	1,29	-0,59	-0,59	-0,59	-0,59	-0,59	0,54	-0,59	8,50	0,000	---	1,048	1,775		
-4,03	FEAYTU	-1,02		-1,02	-1,02	-1,02	-0,56	-1,02	-1,02	-1,02	4,59	0,000	---	1,482	1,455		
-4,254	ZEXAVI	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	2,85	0,000	---	0,851	1,368		
-4,674	LIDUCA	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	8,22	0,000	---	1,077	1,856		
-4,868	SAYLRO	0,67	-0,66	1,00	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	-0,66	4,37	0,000	---	0,995	1,504	
-4,87	SILFUS	-0,51	-0,51	0,51	-0,51	-0,51	-0,51	1,27	-0,51	2,16	-0,51	3,34	0,000	---	0,574	1,122	
-6,069	CAFHFL	0,82	-0,78		-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	-0,78	8,42	0,000	---	1,441	1,900	
-6,141	STARETU	-0,80	-0,58	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	20,77	0,000	---	2,395	2,998		
-6,465	RAVAFI	-1,05	-0,51	-1,05	-1,05	-1,05	-1,05	-1,05	-1,05	-1,05	4,83	0,000	---	1,303	1,843		
-6,951	SAYAND	-0,58	-0,58	1,72	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58	2,81	0,000	---	0,882	1,520		
-7,182	GALHOK	-0,68		-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	2,29	0,000	---	0,990	1,457		
-7,718	WOEITF	-0,52	-0,52	-0,52			-0,52	-0,52	-0,52	-0,52	3,61	0,000	---	0,656	1,273		
-8,43	SOLAVE	-0,67	-0,67		-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	3,39	0,000	---	1,228	1,828		
10,232	CANVAL												1,51	0,002	---	0,133	0,564
9,282	ARACAE												1,57	0,021	---	0,174	0,738
9	LEONIS					0,59					2,00		1,83	0,014	---	0,140	0,583
8,84	COFERR												1,64	0,013	---	0,323	1,270
8,639	GEUMON												1,67	0,010	---	0,140	0,780
7,272	GNABUP												1,67	0,010	---	0,128	0,680
6,464	TARSPZ	2,69						0,75					1,48	0,044	---	0,140	0,689
6,414	CALVAR							3,21		3,21			1,85	0,011	---	0,021	0,202
5,558	ACEPSE			4,09		1,47							1,53	0,028	---	0,015	0,159
2,491	BUFFIC												1,46	0,043	---	0,048	0,383









## Vegetationseinheiten der mittleren Nordostalpen (Gebiet-2)

## Legende zu Tab. B (Seite 1)

Lauf.Nr.	N2-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-Id	Anzahl der Aufnahmen
N2-01	A2a.1	Adenostyles glabra-Ges., verarmt	[Adenostyles glabra-Ges., verarmt]	Petasion paradoxum	Aufn.399, 400	2
N2-02	A2b.1	Adenostyles glabra-Ges.	[Adenostyles glabra-Ges.]		Aufn.386, 388, 387, 385, 389, 382, 384, 379, 380, 383, 381	11
N2-03	A1a.1	Thlaspi rotundifolium-Pritzelago alpina-Ges., verarmt	Pritzelagi alpinae-Thlaspietum rotundifolii	Thlaspietum rotundifolii	Aufn.562, 838, 410, 444, 413, 56, 58, 57, 837, 55, 106	11
N2-04	A1a.2	Thlaspi rotundifolium-Pritzelago alpina-Ges., kennartenlos	Pritzelago alpina-Arabis alpina-Ges.		Aufn.390, 392, 408	3
N2-05	B1a.1	Tortula norvegica-Ges.	Saxifraga stellaris-Tortula norvegica-Ges., Pseudoleskeella catenulata-Ausbildung		Aufn.835, 836, 405, 516, 523, 517	6
N2-06	B2a.1	Bryum elegans-Ptychodium plicatum-Ges.	Bryum elegans-Ptychodium plicatum-Ges.		Aufn.840, 841	2
N2-07	F3a.1	Cerastium uniflorum-Papaver sendtneri-Ges.	Draba tomentosa-Papaver sendtneri-Ges.		Aufn.566, 773	2
N2-08	F4a.1a	Arabis caerulea-Papaver sendtneri-Ges.	Arabis caerulea-Cerastium uniflorum-Papaver sendtneri-Ges. und Pritzelago alpina-Cerastium carinthiacum-Ges. (1 Aufn.)		Aufn.423, 431, 426, 428, 427, 430, 429, 424, 425, 432, 433; Aufn.422	12
N2-09	F4a.1b	Arabis caerulea-Leontodon montanus-Ges.	Leontodon montanus-Carex parviflora-Ges.		Aufn.563	1
N2-10	F4b.1	Pseudoleskea incurvata-Oncophorus virens-Ges.	(Leontodon montanus) Pseudoleskea incurvata-Oncophorus virens-Ges.		Aufn.565	1
N2-11	F1a.1	Campanula pulla-Ges., Cystopteris alpina-Var.	[Dryopteridetum villarii] und [Heliospermo-Cystopteridetum alpinae]	Cystopteridion	Aufn.414; Aufn.102, 87	3
N2-12	F1a.2	Campanula pulla-Ges., Cerastium carinthiacum-Var.	Cerastium carinthiacum-Juncus monanthos-Ges. (3 Aufn.) und Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges. (Cerastium carinthiacum-Ausbildung)	Arabidion caeruleae	Aufn.144, 145, 98; Aufn.104, 391, 103, 127, 153, 100	9
N2-13	F1c.1	Cerastium carinthiacum-Galium noricum-Ges.	Cerastium carinthiacum-Saxifraga androsacea-Ges., Galium noricum Ausbildung		Aufn.88, d106, 118, 120, 101, 436	6
N2-14	F1d.1a	Saxifraga androsacea-Arabis alpina (Pseudoleskeella catenulata)-Ges.	Campanula pullae-Arabidion caeruleae (Arabis caerulea-Ausbildung; 1 Aufn.) und Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata-Ges.		Aufn.843; Aufn.844, e774	3
N2-15	F1d.1b	Saxifraga androsacea-Arabis alpina (Distichum capillaceum)-Ges.	Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii-Ges. (2 Aufn.) und Arabis alpina-Saxifraga androsacea-Ges.		Aufn.450, 525; Aufn.86, 113, 59, 111, e106, 449, 395, 448, 842, 143, 89, 510, 107	15
N2-16	F1d.2a	Saxifraga androsacea-Achillea atrata-Ges., Doronicum grandiflorum-Var.	Arabidion caeruleae (Arabis alpina-Doronicum grandiflorum-Ausbildung) und Arabis alpina-Saxifraga androsacea-Ges.		Aufn.454, 839; Aufn.552, 774	4
N2-17	F1d.2b	Saxifraga androsacea-Achillea atrata-Ges., Thlaspi rotundifolium-Var.	Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges. (Thlaspi rotundifolium-Ausbildung) und Campanula pullae-Arabidion caeruleae (Arabis caerulea-Ausbildung; 1 Aufn.)		Aufn.411, 90, 404, 91, 92, 445, 511, 442, e523; Aufn.437	10
N2-18	F1d.3	Saxifraga androsacea-Pohlia wahlenbergii-Ges.	Saxifraga androsacea-Pohlia wahlenbergii-Ges.		Aufn.417, 547	2
N2-19	F1d.4	Saxifraga androsacea-Preissia quadrata-Ges.	Saxifraga androsacea-Preissia quadrata-Ges. und Campanula pullae-Arabidion caeruleae (Campanula pulla-Silene pusilla-Ausbildung; 1 Aufn.)		Aufn.38, 42, 537; Aufn.453	4
N2-20	F1d.5a	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Pseudoleskeella catenulata-Var.	Saxifraga androsacea-Achillea atrata-Ges., Pseudoleskeella catenulata (Bryum pseudotriquetrum-Ausbildung) und Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii-Ges. (1 Aufn.)		Aufn.72, 114, 25, 109, 20, 27, 26; Aufn.524	8
N2-21	F1d.5b	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Cerastium carinthiacum-Bryum pseudotriquetrum-Var.	Cerastium carinthiacum-Saxifraga androsacea-Ges., Galium noricum Ausbildung		Aufn.443, 108, 119	3

## Vegetationseinheiten der mittleren Nordostalpen (Gebiet-2)

## Legende zu Tab. B (Seite 2)

Lauf.Nr.	N2-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-ld	Anzahl der Aufnahmen
N2-22	F1d.5c(1)	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Tortella tortuosa-Var.	Campanulo pullae-Arabetum caeruleae, Campanula pulla-Silene pusilla-Ausbildung		Aufn.393, 394, 71, 398	4
N2-23	F1d.5c(2)	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Tortella tortuosa-Orthothecium rufescens-Var.	Campanulo pullae-Arabetum caeruleae, Campanula pulla-Silene pusilla-Ausbildung		Aufn.f523, g523, h523, 521	4
N2-24	F1d.5c(3)	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Tortella tortuosa-Distichum capillaceum-Var.	Campanulo pullae-Arabetum caeruleae, (Campanula pulla-Silene pusilla-Ausbildung) und Moehringia ciliata-Campanula pulla-Ges (Thlaspi rotundifolium-Ausbildung; 1 Aufn.)		Aufn.446, 569, 513, 154, 155, 151, 124, 125, 142, 149, 514, 112, 129, 93, 518, e518, 515, 520, 512, 456; Aufn.130	21
N2-25	F1d.5d(1)	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Poa alpina-Distichum capillaceum-Var.	Campanulo pullae-Arabetum caeruleae und Salici-Arabetum caeruleae (1 Aufn.)		Aufn.407, 558, 32, 434, 567; Aufn.557	6
N2-26	F1d.5d(2)	Achillea atrata-Campanula pulla-Ges., Poa alpina-Pohlia wahlenbergii-Var.	Saxifraga androsaeca-Achillea atrata-Ges. (Pohlia wahlenbergii-Preissia quadrata-Ausbildung) und		Aufn.74, 531, 509, 534, 77, 522, 528, 532, 69, 70, 533; Aufn.e415, 94, 63, 65, 64, 66, 99, 50, 420	20
N2-27	F1b.1	Achillea atrata-Schneebodenges.	Saxifraga androsaeca-Achillea atrata-Ges.; Alchemilla anisiaca-Ausbildung und Pohlia wahlenbergii-Preissia quadrata-Ausbildung		Aufn.10, 14, 75, 419; Aufn.1, 2, 3	7
N2-28	F2a.1	Salix serpyllifolia-Ranunculus alpestris-Ges.	Salix serpyllifolia-Ranunculus alpestris-Ges.	Seslerion caeruleae	Aufn.40, 43	2
N2-29	F2b.1	Salix retusa-Agrostis-rupestris-Ges.	[Salix retusa-Agrostis-rupestris-Ges.]	?	Aufn.54, 117	2
N2-30	F2b.2a	Sesleria albicans-Salix retusa-Ges.	Salix retusa-Silene acaulis-Ges., Carex sempervirens-Ausbildung	Soldanello alpinae-Salicion retusae	Aufn.110, 146, 52	3
N2-31	F2b.2b(1a)	Potentilla brauneana-Salix retusa-Ges., Homogyne discolor-Var.	Potentilla dubiae-Homogynetum discoloris, Sanionia uncinata-Ausbildung		Aufn.15, 28, 16, 17, 12	5
N2-32	F2b.2b(1b)	Potentilla brauneana-Salix retusa-Ges., Anthoxanthum alpinum-Var.	Potentilla dubiae-Homogynetum discoloris, Anthoxanthum alpinum-Ausbildung		Aufn.37	1
N2-33	F2b.2c(1a)	Salix retusa-Ges., Pritzelago alpina-Var.	Salix retusa-Ges., Pritzelago alpina-Ausbildung		Aufn.447, 573	2
N2-34	F2b.2c(1b)	Salix retusa-Salix reticulata-Ges., Homogyne discolor-Var.	Selaginello-Salicetum reticulatae (Saxifraga oppositifolia-Ausbildung) und Salicetum retuso-reticulatae (Campanula scheuchzeri-Ausbildung; 1. Aufn.)		Aufn.556, 559, 568, 576, 544, 560; Aufn.35	7
N2-35	F2b.2c(2a)	Homogyno-Salicetum retusae, Pritzelago alpina-Saxifraga stellaris-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, nordalpine Ausbildung		Aufn.81, 165	2
N2-36	F2b.2c(2b)	Homogyno-Salicetum retusae, Pritzelago alpina-Sanionia uncinata-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, nordalpine Ausbildung		Aufn.545, 80, 403, 418, 53, 546, 21, e527, e417, 452, 73, 126, 526, 76, 61	15
N2-37	F2b.2c(2c)	Homogyno-Salicetum retusae, Pritzelago alpina-Carex firma-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, verarmte Carex parviflora-Ausbildung		Aufn.439, 440, 435, 60, 538, 166, 455, 36, 438	9
N2-38	F2b.2c(3)	Homogyno-Salicetum retusae, Pritzelago alpina-Campylium sommerfeltii-Var.	Homogyno-Salicetum retusae, Homogyne alpina-Ausbildung		Aufn.33	1
N2-39	F2b.2d	Salix retusa-Ges., Tortula norvegica-Var.	[Salix retusa-Ges., Tortula norvegica-Ausbildung]		Aufn.8	1
N2-40	F2c.1a	Polytrichum juniperinum-Salix herbacea-Ges., Salix retusa-Var.	Potentilla dubiae-Homogynetum discoloris, Soldanella pusilla-Salix herbacea-Ausbildung		Aufn.34, 578, 49, 39, 555, 47	6
N2-41	F2c.1b	Polytrichum juniperinum-Salix herbacea-Ges., Salix reticulata-Var.	Potentilla dubiae-Homogynetum discoloris, Sanionia uncinata-Ausbildung		Aufn.554, 7	1

## Vegetationseinheiten der mittleren Nordostalpen (Gebiet-2)

## Legende zu Tab. B (Seite 3)

Lauf.Nr.	N2-Cluster	Prov. Gesellschaftsbezeichnung	Name der Pflanzengesellschaft nach Literaturvergleich	Verbandszuordnung	Aufn.-Id	Anzahl der Aufnahmen
N2-42	F2c.2a	Soldanella pusilla-Ges., Potentilla brauneana-Var.	Soldanella pusilla-Salix herbacea-Ges. und Salici-Arabetum caeruleae (nordalpine-Ausbildung)	Salici-Arabetum caeruleae	Aufn.415, 62, 402, 572; Aufn.44, 527	7
N2-43	F2c.2b	Soldanella pusilla-Ges., Tortella tortuosa-Var.	Soldanella pusilla-Saxifraga androsacea-Ges.		Aufn.45, 412, 46, 406	4
N2-44	E1a.1	Bryum pseudotriquetrum-Ges.	Bryum pseudotriquetrum-Pohlia wahlenbergii-Ges.	Moosges.	Aufn.e150, f150, 150	3
N2-45	D1a.1	Sanionia uncinata-Moosges.	Sanionia uncinata-Oncophorus wahlenbergii-Ges.		Aufn.82, 83	2
N2-46	D1b.1	Sanionia uncinata-Ges.	Sanionia uncinata-Distichum compactum-Ges.		Aufn.e082, 96, 31, 409	4
N2-47	C1b.1a	Poa supina-Läger, Poa alpina-Var.	Poo-Cerastietum cerastoidis, Ligusticum mutellina-Ausbildung	"Poion supinae"	Aufn.24, 574, 30, 575, 529, 530, 564	7
N2-48	C1b.1b+c	Poa supina-Läger, Deschampsia cespitosa-Var.	Poo-Cerastietum cerastodis, Deschampsia cespitosa-Ausbildung		Aufn.132, 159, 138, 116, 140	5
N2-49	C1a.1	Deschampsia cespitosa-Ges.	[Deschampsia cespitosa-Ges.]		Aufn.5, 6	2
N2-50	C1c.1a	Poa alpina-(Achillea atrata)-Ges.	Poa alpina-Ligusticum mutellina-Rasen, Achillea atrata-Ausbildung		Aufn.95, 121, 123, 128, 156	5
N2-51	C1c.1b	Poa alpina-Ges.	[Poa alpina-Ganaphalium hoppeanum-Ges.]		Aufn.97, 122	2
N2-52	C1d.1	Nardo-Gnaphalietum supini, Polytrichum alpinum-Ges.	Nardo-Gnaphalietum supini (typische Ausbildung) und Soldanella pusilla-Gnaphalium supinum-Ges. (Plantago atrata-Poa alpina-Ausbildung; 1 Aufn.)	Nardo-Salicion herbaceae	Aufn.161, 162, 141; Aufn.139	4
N2-53	C1d.2	Gnaphalium supinum-Ges., Pohlia obtusifolia-Ges.	Ligustico mutellinae-Gnaphalietum supinae, Pohlia obtusifolia-Ausbildung		Aufn.13, 29, 570	3
N2-54	C2a.1	Polytrichum juniperinum-Gnaphalium supinum-Ges.	Polytrichum juniperinum-Gnaphalium supinum-Ges., Pohlia wahlenbergii-Ausbildung		Aufn.158, 163	2
N2-55	C3a.1	Polytrichum alpinum-Salix herbacea-Ges.	Polytrichum alpinum-Salix herbacea-Ges.		Aufn.133, 135, 167, 169, 134, 160, 168, 157, 136, 137	10

## Vegetationseinheiten der mittleren Nordostalpen (Gebiet-2)

Weitere Arten zu Tab. B (Seite 1)

Aufn-ID	Arten
0419	Brachythecium * starkei(+) Cerastium * carinthiacum(1)
0043	Euphrasia minima(+)
0054	Cerastium cerastoides(+)
0117	Timmia austriaca(+)
0110	Saxifraga aizoides(1) Achillea clavenaë(+)
0146	Primula clusiana(+) Carduus defloratus(a) Fissidens osmundoides(1)
0052	Carduus defloratus(+) Helianthemum glabrum(+)
0015	Carex atrata(1) Rhynchosstegium confertum(a) Cetraria islandica(+) Geum montanum(+)
0028	Anthelia juratzkana(+) Primula clusiana(1) Blepharostoma trichophyllum(+) Barbilophozia barbata(+)
0016	Carex capillaris(+) Euphrasia minima(+)
0017	Potentilla aurea(+) Carex capillaris(1) Tofieldia pusilla(1) Gentiana verna(+)
0012	Carex atrata(1) Potentilla aurea(a) Dicranum elongatum(a) Bryum elegans(1) Amblystegium varium(1) Geum montanum(1)
0037	Geum montanum(1) Encalypta rhaptocarpa(+) Euphrasia minima(+)
0447	Saxifraga aphylla(1) Saxifraga caesia(+)
0573	Encalypta rhaptocarpa(a) Agrostis alpina(+)
0556	Primula minima(+)
0568	Barbilophozia barbata(+) Primula minima(1) Fissidens osmundoides(+)
0576	Arabis stellulata(+)
0544	Brachythecium * starkei(+) Barbilophozia barbata(+) Sauteria alpina(1) Fissidens osmundoides(+)
0560	Alchemilla anisiaca(m)
0035	Carex capillaris(a) Dryas octopetala(+)
0165	Pohlia cruda(a) Timmia austriaca(+)
0545	Primula clusiana(+) Agrostis alpina(+) Salix waldsteiniana(m)
0080	Carduus defloratus(+) Leontodon hispidus(+) Pinguicula alpina(+)
0403	Agrostis alpina(1) Pedicularis rostratocapitata(r) Biscutella * laevigata(+)
0418	Primula clusiana(+) Helianthemum glabrum(a) Agrostis alpina(+) Bartsia alpina(1) Pedicularis rostratocapitata(+)
0053	Dryas octopetala(+) Primula minima(1) Agrostis alpina(1) Bartsia alpina(+)
0546	Blepharostoma trichophyllum(1) Agrostis alpina(+) Bartsia alpina(1) Festuca * pulchella(1)
0021	Geum montanum(+)
e527	Saxifraga aizoides(1)
e417	Primula clusiana(a) Bartsia alpina(1) Leiocolea badensis(+)
0452	Brachythecium * starkei(+) Cerastium * carinthiacum(+)
0073	Lophozia wenzelii(+) Bartsia alpina(+) Salix waldsteiniana(+) Pedicularis rostratocapitata(+) Scabiosa lucida(+)
	Pinguicula alpina(+) Toninia sp.(+)
0126	Entodon schleicheri(1) Phyteuma orbiculare(+)
0526	Saxifraga aizoides(+) Plagiochila asplenioides(1) Primula minima(+)
0076	Carex capillaris(1) Bartsia alpina(+) Bryum funckii(1) Pinguicula alpina(+) Ditrichum heteromallum(a)
0061	Gentiana verna(+) Primula minima(+) Pinus mugo(r)
0440	Primula clusiana(a)
0435	Cerastium * carinthiacum(a)
0060	Primula clusiana(+)
0455	Helianthemum alpestre(1)
0036	Saxifraga paniculata(a)
0438	Aconitum tauricum(+) Cystopteris alpina(+) Cerastium * carinthiacum(m)

## Vegetationseinheiten der mittleren Nordostalpen (Gebiet-2)

Weitere Arten zu Tab. B (Seite 2)

Aufn-ID	Arten
0033	Brachythecium rutabulum(1) Rhynchostegium confertum(1) Timmia norvegica(1) Tortella fragilis(b)
0008	Leskeella nervosa(a) Tortula ruralis(+) Marchantia * montivagans(+) Racomitrium canescens(a) Bryum elegans(1)
0034	Rhynchostegium confertum(+)
0578	Amblystegium varium(1) Cladonia gracilis(m) Kiaeria falcata(m)
0049	Tortula ruralis(+) Racomitrium elongatum(b) Primula minima(a)
0555	Eurhynchium swartzii(+) Blepharostoma trichophyllum(1) Barbilophozia barbata(+) Primula minima(+) Agrostis alpina(+) Campylopus schimperii(+)
0047	Primula minima(+)
0554	Potentilla aurea(m) Bryum elegans(+) Primula minima(1) Agrostis alpina(1)
0007	Eurhynchium swartzii(1) Alchemilla longana(+) Pohlia ludwigii(1) Pohlia drummondii(1) Anthelia juratzkana(1)
0415	Dicranum scoparium(1) Brachythecium * starkei(+)
0062	Phleum rhaeticum(+)
0402	Cetraria islandica(+) Brachythecium * starkei(1) Barbilophozia barbata(+)
0527	Saxifraga aizoides(+) Cirriphyllum crassinervium(1)
0572	Campylopus pyriformis(1)
0045	Cirsium spinosissimum(a) Phleum rhaeticum(1)
0412	Cirsium spinosissimum(+) Soldanella alpina x pusilla(+)
0406	Leskeella nervosa(1) Blepharostoma trichophyllum(1) Barbilophozia barbata(+) Mnium thomsonii(3)
e150	Agrostis alpina(+) Cirriphyllum crassinervium(b) Timmia austriaca(1) Pohlia carnea(1)
f150	Cirriphyllum crassinervium(a) Pohlia carnea(b)
0150	Cirriphyllum crassinervium(a) Pohlia carnea(a)
0082	Dicranum scoparium(+) Pohlia ludwigii(1) Fissidens osmundoides(+) Hypnum cupressiforme(1) Homomallium incurvatum(+) Lepidozia reptans(+) Oncophorus wahlenbergii(a)
0083	Carex canescens(+) Oncophorus wahlenbergii(5)
0096	Euphrasia sp.(1)
0024	Cerastium cerastoides(m) Carex canescens(+) Brachythecium * starkei(1)
0574	Cerastium cerastoides(a) Nardus stricta(a)
0030	Brachythecium rutabulum(1) Rhynchostegium confertum(1) Cerastium cerastoides(a) Taraxacum cucullatum(+) Alchemilla semisecta(a) Ranunculus repens(1) Racomitrium elongatum(b)
0575	Eurhynchium swartzii(a) Cerastium cerastoides(a) Aconitum tauricum(1) Geum montanum(1) Euphrasia minima(1) Veronica * humifusa(1)
0529	Leskeella nervosa(1) Cirsium spinosissimum(+) Plantago atrata(+)
0530	Alchemilla hoppeana(a) Plantago atrata(a)
0564	Alchemilla glabra(b)
0132	Aconitum * neomontanum(+) Rumex alpestris(+) Conocephalum conicum(1)
0159	Rumex alpestris(1)
0138	Cirsium spinosissimum(a) Aconitum * neomontanum(1) Rumex alpestris(a)
0116	Eurhynchium swartzii(+) Timmia norvegica(+) Pohlia cruda(a) Alchemilla glabra(+) Aconitum * neomontanum(+) Veratrum album(+)
0140	Saxifraga rotundifolia(1) Chrysosplenium alternifolium(+) Cardaminopsis arenosa(+) Bryum funckii(1) Sauteria alpina(+) Phyteuma orbiculare(+) Rumex alpestris(a) Chaerophyllum villarsii(a) Alchemilla cor
0005	Alchemilla anisiaca(1) Eurhynchium swartzii(a) Taraxacum venustum(1) Carex flacca(1) Potentilla aurea(+) Cerastium cerastoides(+) Alchemilla longana(1) Dicranum elongatum(1) Tortula ruralis(+) Cetr
0006	Eurhynchium swartzii(b) Aconitum tauricum(b) Chrysosplenium alternifolium(1) Taraxacum vernelense(+) Cystopteris alpina(+) Marchantia * montivagans(+) Pohlia ludwigii(1)

## Vegetationseinheiten der mittleren Nordostalpen (Gebiet-2)

Weitere Arten zu Tab. B (Seite 3)

Aufn-ID	Arten
0095	Brachythecium * starkei(1) Bryum funckii(1) Aconitum * neomontanum(r)
0121	Cardaminopsis arenosa(+) Carduus defloratus(+) Bryum funckii(+)
0123	Cardaminopsis arenosa(1) Achillea clavennae(+) Alchemilla glabra(1) Aconitum * neomontanum(+)
0128	Cirsium spinosissimum(1) Aconitum * neomontanum(a)
0156	Carduus defloratus(+)
0097	Homogyne alpina(a) Veratrum album(+) Cladonia rangiferina(1)
0122	Euphrasia minima(1) Carduus defloratus(+) Leontodon hispidus(1) Alchemilla glabra(1) Gentiana nivalis(+) Veratrum album(+) Vaccinium myrtillus(r) Alchemilla hoppeana(a) Huperzia selago(+)
0161	Potentilla aurea(1) Nardus stricta(3) Phleum rhaeticum(1) Homogyne alpina(1) Cladonia rangiferina(+) Heterocladium dimorphum(1)
0162	Potentilla aurea(1) Nardus stricta(4) Phleum rhaeticum(1) Homogyne alpina(1) Toninia sp.(+) Veratrum album(+) Ditrichum heteromallum(1) Cladonia rangiferina(m) Cetraria cucullata(1)
0141	Potentilla aurea(1) Nardus stricta(4) Phleum rhaeticum(1) Pohlia cruda(1)
0139	Rhynchostegium confertum(1) Barbilophozia barbata(+) Nardus stricta(+) Homogyne alpina(a) Veratrum album(+) Leucobryum juniperoideum(b)
0013	Rhynchostegium confertum(1) Potentilla aurea(1) Racomitrium canescens(1)
0029	Encalypta rhaptocarpa(a) Nardus stricta(a)
0570	Geum montanum(1) Euphrasia minima(1) Alchemilla semisecta(1) Fissidens osmundoides(a) Juncus jacquini(m) Gentiana nivalis(+) Anthelia julacea(1)
0158	Potentilla aurea(+) Cetraria islandica(+) Amblystegium varium(1) Brachythecium * starkei(+) Carduus defloratus(1) Gentiana nivalis(+) Encalypta ciliata(+) Lotus alpinus(+)
0163	Anthelia juratzkana(+) Ditrichum heteromallum(1) Cetraria cucullata(+) Dicranum fuscescens(1) Cephalozia ambigua(+)
0133	Potentilla aurea(+) Cetraria islandica(1) Gentiana nivalis(1) Aconitum * neomontanum(+) Cladonia rangiferina(1) Polytrichum piliferum(+) Encalypta ciliata(1)
0135	Potentilla aurea(1) Cetraria islandica(+) Carex capillaris(1) Cladonia rangiferina(1) Vaccinium vitis-idaea(+)
0167	Cetraria islandica(+) Juncus jacquini(+) Cladonia rangiferina(1) Vaccinium vitis-idaea(+)
0169	Cetraria islandica(+) Cladonia rangiferina(1) Vaccinium vitis-idaea(+)
0134	Cetraria islandica(+) Juncus jacquini(1) Cladonia rangiferina(1) Polytrichum piliferum(a) Encalypta ciliata(a) Vaccinium vitis-idaea(+)
0160	Toninia sp.(+) Cladonia rangiferina(1) Entodon schleicheri(1)
0168	Cladonia rangiferina(1) Polytrichum piliferum(a)
0157	Potentilla aurea(a) Euphrasia minima(+) Homogyne alpina(a) Botrychium lunaria(r) Juncus jacquini(+) Cladonia rangiferina(a) Vaccinium vitis-idaea(1) Cladonia sp.(a)
0136	Rhynchostegium confertum(1) Cladonia rangiferina(1) Vaccinium myrtillus(+) Vaccinium vitis-idaea(+)
0137	Potentilla aurea(1) Gentiana nivalis(+) Cladonia rangiferina(1)





Tab. BfT: Prüfstatistik zu den Clusterergebnissen von Gebiet-2 (mittlere Nordostalpen): F-Werte (am rechten Tabellenrand) und T-Werte (Matrix) der einzelnen Cluster. T-Werte unter 0,5 sind der Übersichtlichkeit halbe ausgeblendet. Sortierung der Arten nach absteigenden T-Summen.

Cluster	Cluster	mittlere Nordostalpen (257 Aufnahmen)															F-Wert	sq	O 01/0 0	Mean	StdDev																					
		#Auch	F7a.1	F7b.1	F7c.1a	F7c.1b	F7c.1c	F7c.1d	F7c.1e	F7c.1f	F7c.1g	F7c.1h	F7c.1i	F7c.1j	F7c.1k	F7c.1l						F7c.1m	F7c.1n	F7c.1o																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27									
T-Werte	Z-257-1	87,5	74,5	215,3	634,0	0,0	112,5	649,4	56,5	666,8	574,0	0,0	0,0	611,5	0,0	848,0	285,5	46,0	666,8	0,0	0,0																					
Summe	Land Nr.	N2-36	N2-37	N2-38	N2-39	N2-40	N2-41	N2-42	N2-43	N2-44	N2-45	N2-46	N2-47	N2-48	N2-49	N2-50	N2-51	N2-52	N2-53	N2-54	N2-55																					
21,92	ZGAEFF					4,45							2,57	1,78																												
20,00	LIGRDA					1,13	0,78						0,78																													
19,35	LEORON																																									
18,83	ROLFUS																																									
18,67	SAURON					1,71	0,83																																			
18,39	AGRAUF	2,06			0,94	2,06																																				
18,09	SILACA	0,80		1,44	1,82	1,44	1,12	1,25				0,71																														
17,63	RACDAN																																									
17,41	CREABE																																									
17,30	ERVIELE					0,92																																				
17,25	HORCOI		0,87	2,19	3,41	3,13																																				
17,00	BYKODE																																									
16,50	FOTAUR					1,91																																				
16,36	TORJUD																																									
16,12	POLEUD					1,51	1,40																																			
16,08	LEBNER																																									
15,88	FOTERA	0,95				2,33	1,41																																			
15,79	TORJOK																																									
15,68	RANCON					1,25	2,83																																			
15,64	GALLAH			2,25	1,72	1,72																																				
15,48	DEJESDI																																									
15,45	CLAPFY	0,94																																								
15,44	EKRETI					2,20																																				
15,14	EUFFIII	2,38				0,88	4,93																																			
15,08	SAURON	0,77	1,32	0,77																																						
14,97	ETICSA																																									
14,74	SAGSAG																																									
14,55	FRIMII																																									
14,30	ZOMHAE	0,76																																								
14,10	MA..HO																																									
13,79	AGRAUF																																									
13,68	GEUNON				2,48	7,73																																				
13,48	ANTALP																																									
13,47	POLALP																																									
13,46	DIS..CO	0,51																																								
13,34	GRUHOE	1,05			1,21																																					
13,31	EFEHIC																																									
13,28	SAURON																																									
12,77	TORJOK																																									
12,73	ONCOOH																																									
12,67	EUFFIC																																									
12,65	FTYELI					1,92																																				
12,65	GELFEL	1,32			0,78	1,85	1,88																																			
12,65	CERUHI																																									
12,58	ERARUT																																									
12,52	TERALE																																									
12,51	SEDATA	0,82																																								
12,36	SEHVEA					1,90	9,90																																			
12,24	CARDEF				4,17		</																																			





Tab. D. Gesellschaften des *Arabidion caeruleae* (Teil I / Seite 1)

Gesellschaft	Tabellenanordnung																						
	Wierath's Similarity Ratio / Average Linkage der Aufnahmen - Pearson Korrelation / Complete Linkage der Arten							Campanula pullae-Arabidetum caeruleae															
	Basaltgesellschaft							Campanula pullae-Silene pusilla							Arabis caerules								
	ACO1 1b(1)							ACO1 1a(3)							ACO1 1c(1)								
AufnID	D154							0086							0086								
Gebirgsgruppe	D4							D4							D4								
Seehöhe	2180							1520							2270								
Exposition	N							E							E								
Inklination	5							15							15								
Lauffelder Nummer	1							2							74								
<i>Saxifraga biflora</i>																							
<i>Achillea clavata</i>																							
<i>Doronicum glaciale</i>																							
<i>Pritzelago * brevicaulis</i>																							
<i>Saxifraga oppositifolia</i>																							
<i>Primula minima</i>																							
<i>Saxifraga aizoides</i>																							
<i>Poa supina</i>																							
<i>Achemilla monticola</i>																							
<i>Deschampsia cespitosa</i>																							
<i>Onophallum supinum</i>																							
<i>Sibbaldia procumbens</i>																							
<i>Cerastium cerastoides</i>																							
<i>Piantago atrata</i>																							
<i>Oxynia digyna</i>																							
<i>Saxifraga rotundifolia</i>																							
<i>Adenostyles alliariae</i>																							
<i>Cratoneuron commutatum (B)</i>																							
<i>Leucoclea collaris (B)</i>																							
<i>Primula elatior</i>																							
<i>Achemilla sp.</i>																							
<i>Taraxacum sp.</i>																							
<i>Saxifraga caesia</i>																							
<i>Primula elviana</i>																							
<i>Philonotis fontana (B)</i>																							
<i>Bryum capillare (B)</i>																							
<i>Saxifraga aphylla</i>																							
<i>Pohlia cruda (B)</i>																							
<i>Homogyne alpina</i>																							
<i>Achemilla sect. Coriacea</i>																							
<i>Achemilla ansiaca</i>																							
<i>Salix alpina</i>																							
<i>Eurhynchium swartzii (B)</i>																							
<i>Pedicularis rostratocapitata</i>																							
<i>Silene alpestris</i>																							
<i>Thymus praecox</i>																							
<i>Acinos alpinus</i>																							
<i>Minuartia sedoides</i>																							
<i>Salix serpyllifolia</i>																							
<i>Salix waldsteriana</i>																							
<i>Salix retusa</i>																							
<i>Salix reticulata</i>																							
<i>Ctenidium molluscum (B)</i>																							
<i>Leucanthemum halleri</i>																							
<i>Soldanella minima</i>																							
<i>Agrostis alpina</i>																							
<i>Carex atrata</i>																							
<i>Carex atrata agg.</i>																							
<i>Pseudoleskea incurvata (B)</i>																							
<i>Campylopus sticticus (B)</i>																							
<i>Homogyne discolor</i>																							
<i>Leucanthemum atratum</i>																							
<i>Bryum sp. (B)</i>																							
<i>Geum montanum</i>																							
<i>Gentiana nivalis</i>																							
<i>Leontodon hapoides</i>																							
<i>Selaginella selaginoides</i>																							
<i>Asplenium vivide</i>																							
<i>Epilobium alsinifolium</i>																							
<i>Veratrum album</i>																							
<i>Cirsium sponnosissimum</i>																							
<i>Rumex nitens</i>																							
<i>Bartsia alpina</i>																							
<i>Myosotis alpestris</i>																							
<i>Cerastium carinthiacum</i>																							
<i>Armenia alpina</i>																							
<i>Cerastium uniflorum</i>																							
<i>Bryum pallens (B)</i>																							
<i>Tortula norvegica (B)</i>																							
<i>Gentiana orbicularis</i>																							
<i>Valeriana supina</i>																							
<i>Campanula cochlearifolia</i>																							
<i>Bryum funcki (B)</i>																							
<i>Silene acaulis</i>																							
<i>Carex firma</i>																							
<i>Sesleria albicans</i>																							
<i>Arabis pumila-Gl.</i>																							
<i>Galium noricum</i>																							
<i>Tortella tortuosa (B)</i>																							
<i>Carex orthopodoides</i>																							
<i>Crepis aurea</i>																							
<i>Gentiana pumila</i>																							
<i>Dicranum fuscescens (B)</i>																							
<i>Junco monanthos</i>																							
<i>Biscutella levigata</i>																							
<i>Veronica aphylla</i>																							
<i>Euphrasia salzbergensis</i>																							

Tab. D: Gesellschaften des Arabidion caeruleae (Teil I / Seite 2)

<i>Carduus defloratus</i>					
<i>Aconitum</i> * neomontanum					
<i>Scapania aequiloba</i> (B)					
<i>Carex sempervirens</i>					
<i>Achillea atrata</i>	a	1	1	a	1
<i>Thlaspi</i> * rotundifolium					
<i>Linaria alpina</i>					
<i>Mniurta gerardi</i>					
<i>Arabis caerulea</i>					
<i>Sedum atratum</i>					
<i>Festuca pumila</i>					
<i>Saxifraga moschata</i>					
<i>Draba aizoides</i>					
<i>Moehringia ciliata</i>	1	1	1	1	1
<i>Poa minor</i>					
<i>Valeriana elongata</i>					
<i>Doronicum calcareum</i>					
<i>Viola calcarata</i>					
<i>Leucanthemopsis</i> * cuneifolia					
<i>Soldanella pusilla</i>					
<i>Phleum rhaeticum</i>					
<i>Taraxacum Sect. Alpina</i>					
<i>Sagina saginoides</i>					
<i>Veronica alpina</i>					
<i>Doronicum grandiflorum</i>					
<i>Trifolium</i> * nivale					
<i>Poa alpina</i>					
<i>Campanula scheuchzeri</i>					
<i>Ranunculus alpestris</i>	m	1	1	1	1
<i>Saxifraga androsacea</i>	1	1	1	1	1
<i>Ditrichum flexicaule</i> (B)					
<i>Lophozia wenzleri</i> (B)					
<i>Pseudoleskeella catenulata</i> (B)					
<i>Scladidium apocarpum</i> (B)					
<i>Trichostomum brachydontum</i> (B)					
<i>Distichum</i> * compactum (B)					
<i>Campylopus calcareus</i> (B)					
<i>Epilobium anagallidifolium</i>					
<i>Aconitum tauiicum</i>					
<i>Ligusticum mutelinum</i>					
<i>Achemilla fissa</i>					
<i>Soldanella alpina</i>					
<i>Ranunculus montanus</i>					
<i>Gentiana bavarica</i>					
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.)					
<i>Psora decipiens</i> (L.)					
<i>Tomia</i> sp. (L.)					
<i>Euphrasia minima</i>					
<i>Carex capillaris</i>					
<i>Festuca rupicaprina</i>					
<i>Plantago alpina</i>					
<i>Pohlia</i> sp. (B)					
<i>Gnaphalium hoppeanum</i>					
<i>Potentilla brauneana</i>					
<i>Carex parviflora</i>					
<i>Salix herbacea</i>					
<i>Brachythecium</i> sp. (B)					
<i>Rumex alpestris</i>					
<i>Persicaria vivipara</i>					
<i>Luzula glabrata</i>					
<i>Viola biflora</i>					
<i>Galium anisophyllum</i>					
<i>Carex ferruginea</i>					
<i>Parhassia palustris</i>					
<i>Aster bellidifolium</i>					
<i>Leontodon montanus</i>					
<i>Achillea clypeata</i>					
<i>Thlaspi alpestre</i>					
<i>Soldanella austriaca</i>					
<i>Campanula pulla</i>					
<i>Pedicularis verticillata</i>					
<i>Pritzelago</i> * alpina	1	1	1	1	1
<i>Saxifraga stellaris</i>					
<i>Arabis alpina</i>					
<i>Campylopus sommerfeltii</i> (B)					
<i>Bryum elegans</i> (B)					
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (B)					
<i>Cirriophyllum crassinervium</i> (B)					
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (B)					
<i>Mnium thomsonii</i> (B)					
<i>Timmia austriaca</i> (B)					
<i>Cratoneuron filicinum</i> (B)					
<i>Cratoneuron</i> * commutatum (B)					
<i>Ptychodium plicatum</i> (B)					
<i>Leskeella nervosa</i> (B)					
<i>Oncophorus virens</i> (B)					
<i>Barbillophozia barbata</i> (B)					
<i>Sanionia uncinata</i> (B)					
<i>Dichodontum pellucidum</i> (B)					
<i>Nardia scalaris</i> (B)					
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (B)					
<i>Pleurozia asplenoides</i> (B)					
<i>Pressia quadrata</i> (B)					
<i>Cratoneuron</i> * filicinum (B)					
<i>Siene pusilla</i>					
<i>Distichum capillareum</i> (B)					
<i>Cystopteris alpina</i>					
<i>Adenostyles glabra</i>					
<i>Rumex scutatus</i>					
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>					
<i>Cratoneuron</i> * falcatum (B)					
<i>Orthothecum rufescens</i> (B)					
<i>Polystichum lonchita</i>					
<i>Encalypta rhaptocarpa</i> (B)					



Tab. D. Gesellschaften des Arabidion caeruleae (Teil II / Seite 1)

Tabelle mit 13 Spalten für die Gesellschaften des Arabidion caeruleae. Die Spaltenüberschriften sind: Gesellschaft, Ausblichung, Gebirgsgruppe, Seehöhe, Exposition, Inklination, Laufende Nummer, Saxifraga stelleris-Soldanelia austriaca-Ges., Campanula pulchra-Achilleetum cicutariae, Arabis alpina, Arabis caerulea, Arabis caerulea (weitere Spaltenüberschriften sind in der Tabelle enthalten).

Die Tabelle enthält Daten für 272 Gesellschaften (Laufende Nummer 1 bis 272) und 13 Arten (Gesellschaftsüberschriften). Die Daten sind in Form von Punkten (•) und Buchstaben (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z) dargestellt, die die Artenausstattung in jeder Gesellschaft angeben.

Die Spaltenüberschriften sind:

- Gesellschaft
- Ausblichung
- Gebirgsgruppe
- Seehöhe
- Exposition
- Inklination
- Laufende Nummer
- Saxifraga stelleris-Soldanelia austriaca-Ges. (AC06 1a(1), AC06 1a(2))
- Campanula pulchra-Achilleetum cicutariae (AC06 3a(2))
- Arabidion caeruleae (AC06 3a(3), AC06 3a(4))
- Arabidion caeruleae (weitere Spaltenüberschriften sind in der Tabelle enthalten)

Die Tabelle ist eine detaillierte Auflistung der Artenausstattung in verschiedenen Gesellschaften des Arabidion caeruleae. Die Spaltenüberschriften sind: Gesellschaft, Ausblichung, Gebirgsgruppe, Seehöhe, Exposition, Inklination, Laufende Nummer, Saxifraga stelleris-Soldanelia austriaca-Ges., Campanula pulchra-Achilleetum cicutariae, Arabis alpina, Arabis caerulea, Arabis caerulea (weitere Spaltenüberschriften sind in der Tabelle enthalten).





Gesellschaften des *Arabidion caeruleae*

Weitere Arten zu Tab. D (Seite 1)

Aufn-ID	Weitere Arten:
0420	<i>Leiocolea badensis</i> (B)(1)
0094	<i>Euphrasia</i> sp.(1)
0066	<i>Dentaria enneaphyllos</i> (+)
X444	<i>Cerastium arvense</i> (+)
SH35	<i>Cladonia symphycarpa</i> (L)(+)
0533	<i>Fissidens osmundoides</i> (B)(+)
0001	<i>Athalamia hyalina</i> (B)(+)
0321	<i>Festuca nigricans</i> (+)
0329	<i>Sedum alpestre</i> (1)
0335	<i>Senecio</i> * <i>carniolicus</i> (1) <i>Hieracium villosum</i> (+)
EP01	<i>Cladonia symphycarpa</i> (L)(1) <i>Bryum pallens</i> (B)(1)
0203	<i>Alchemilla crinita</i> (a)
X467	<i>Heracleum austriacum</i> (+)
X069	<i>Helianthemum alpestre</i> (+) <i>Valeriana saxatilis</i> (+)
X382	<i>Tephrosieris crispa</i> (a) <i>Cerastium arvense</i> (+) <i>Plagiomnium</i> sp. (B)(1)
X440	<i>Meum athamanticum</i> (+) <i>Anthyllis</i> * <i>alpestris</i> (+)





Gesellschaften des *Salici herbaceae-Arabidion caeruleae*

Weitere Arten zu Tab. E (Seite 1)

Aufn-ID	Weitere Arten:
Eg05	<i>Dichodontium pellucidum</i> (B)(+)
Eg21	<i>Taraxacum</i> sp.(+) <i>Brachythecium</i> sp. (B)(a)
Eg22	<i>Brachythecium</i> sp. (B)(3)
B302	<i>Tortula</i> sp. (B)(1) <i>Dacampa</i> sp. (L)(+)
B303	<i>Dacampa</i> sp. (L)(*) <i>Solorina saccata</i> (L)(+)
B304	<i>Tortula</i> sp. (B)(a)
B306	<i>Minuartia biflora</i> (+)
BB05	<i>Callianthemum coriandrifolium</i> (*) <i>Sagina glabra</i> (*)
LG14	<i>Doronicum glaciale</i> (+) <i>Comastoma nanum</i> (+) <i>Sesleria ovata</i> (+)
LG15	<i>Comastoma nanum</i> (+)
LG17	<i>Doronicum glaciale</i> (+) <i>Sesleria ovata</i> (+)
LG18	<i>Comastoma nanum</i> (+)
WL05	<i>Solorina saccata</i> (L)(+)
JL04	<i>Saxifraga linifolia</i> (+)
Eg21	<i>Taraxacum</i> sp.(+) <i>Brachythecium</i> sp. (B)(a)
Eg22	<i>Brachythecium</i> sp. (B)(3)
0367	<i>Bryum</i> sp. (B)(b)
Eg23	<i>Bryum</i> sp. (B)(a) <i>Cladonia</i> sp. (L)(+) <i>Pohlia cruda</i> (B)(+)
Eg24	<i>Bryum</i> sp. (B)(a)
Eg26	<i>Bryum</i> sp. (B)(+)
Eg27	<i>Bryum</i> sp. (B)(1) <i>Cladonia</i> sp. (L)(+)
Eg29	<i>Bryum</i> sp. (B)(+) <i>Philonotis fontana</i> (B)(+) <i>Polytrichum formosum</i> (B)(+)
GS13	<i>Bryum</i> sp. (B)(+) <i>Pohlia</i> sp. (B)(+)
GG18	<i>Taraxacum</i> sp.(+)
E323	<i>Primula clusiana</i> (-) <i>Cladonia macrophylla</i> (L)(1)
E401	<i>Silene pusilla</i> (+) <i>Cerastium carinthiacum</i> (+)
E415	<i>Leucanthemum atratum</i> (-) <i>Bryum</i> sp. (B)(a) <i>Distichium inclinatum</i> (B)(1)
H227	<i>Cerastium carinthiacum</i> (1)
H228	<i>Cerastium carinthiacum</i> (1)
R002	<i>Trifolium repens</i> (a) <i>Taraxacum</i> Sect. <i>Ruderalia</i> (1)
HE31	<i>Bryum alpinum</i> (B)(5)
OA02	<i>Alchemilla</i> sect. <i>Plicatae</i> (+)
0116	<i>Pohlia cruda</i> (B)(a)
Eg35	<i>Bryum</i> sp. (B)(+)
Eg31	<i>Bryum</i> sp. (B)(a)
0030	<i>Ranunculus repens</i> (1)
Ap01	<i>Alchemilla</i> sect. <i>Plicatae</i> (+) <i>Alchemilla</i> sp.(1) <i>Trifolium repens</i> (1) <i>Taraxacum</i> Sect. <i>Ruderalia</i> (1) <i>Astrantia bavarica</i> (+) <i>Plantago major</i> (+) <i>Carum carvi</i> (+) <i>Cetraria tilesii</i> (L)(+)
Ap02	<i>Alchemilla</i> sect. <i>Plicatae</i> (+) <i>Trifolium repens</i> (a) <i>Taraxacum</i> Sect. <i>Ruderalia</i> (a) <i>Festuca rubra</i> (+) <i>Alchemilla</i> sect. <i>Flabellatae</i> (1) <i>Potentilla crantzii</i> (+)

## Gesellschaften des Salici herbaceae-Arabadion caeruleae

Weitere Arten zu Tab. E (Seite 2)

Eg33	Taraxacum sp.(+)
Eg34	Taraxacum sp.(+)
Eg36	Bryum sp. (B)(+) Brachythecium sp. (B)(+)
Eg37	Brachythecium sp. (B)(1)
GG11	Alchemilla longana(1)
HE40	Taraxacum Sect. Ruderalia(+)
HE42	Taraxacum Sect. Ruderalia(-)
HE43	Phleum hirsutum(-)
HE44	Leontodon autumnalis(a)
HE45	Agrostis capillaris(+) Rumex alpinus(a) Ranunculus repens(+)
E288	Amblystegium varium (B)(1)



Tab. F: Gesellschaften des Soldanello alpinae-Salicion retusae (Teil I / Seite 2)

<i>Lotus alpinus</i>						
<i>Doronicum calcareum</i>						
<i>Scabiosa laevigata</i>	1					
<i>Oncophorus virens (B)</i>						
<i>Festuca nuda</i>	1					
<i>Luzula alpina</i>					1 1 1 1 1 1 1	
<i>Astragalus frigidus</i>						
<i>Sedum waldsteriana</i>						
<i>Scabiosa procumbens</i>						
<i>Pedicularis saxatilis</i>						
<i>Arabis vuchetensis</i>	1					
<i>Hylocomium splendens (B)</i>						
<i>Arabis caerulea</i>						
<i>Phyteuma orbiculare</i>						
<i>Draba aizoides</i>						
<i>Gentiana nivalis</i>						
<i>Ranunculus carniflorus</i>	1					
<i>Bryum pseudotriquetrum (B)</i>						
<i>Coeloglossum viride</i>						
<i>Artostaphylos alpina</i>						
<i>Leontodon montanus</i>						
<i>Saxifraga paniculata</i>	3					
<i>Cerastium carinthiacum</i>						
<i>Pseudoleskea incurva (B)</i>						
<i>Poleidea wahlenbergii (B)</i>						
<i>Rhynchosium pilosum (B)</i>						
<i>Sesleria sphaerocephala</i>						
<i>Ranunculus nemorosus</i>						
<i>Achillea oxyloba</i>						
<i>Campylytium calcareum (B)</i>						
<i>Festuca nigricans</i>						
<i>Saxifraga caesia</i>						
<i>Campylytium sommerletii (B)</i>						
<i>Viola calcarata</i>						
<i>Gentiana clusa</i>						
<i>Deschampsia cespitosa</i>						
<i>Luzula spicata</i>						
<i>Phyteuma silberii</i>						
<i>Torilis calyculata</i>						
<i>Comanella anisodonta</i>						
<i>Carex atrata agg.</i>						
<i>Oxytropis campestris</i>						
<i>Cladonia rangiferina (L)</i>						
<i>Dicranum flexicaule (B)</i>						
<i>Kobresia myosuroides</i>						
<i>Gentiana austriaca</i>						
<i>Distichum compactum (B)</i>						
<i>Rhododendron ferrugineum</i>						
<i>Vaccinium gauttherioides</i>						
<i>Scapania aequiloba (B)</i>						
<i>Geum montanum</i>						
<i>Scheuchzeria spicatum (B)</i>						
<i>Salix alpina</i>						
<i>Campanula alpina</i>						
<i>Valeriana elongata</i>						
<i>Thlaspi rotundifolium</i>						
<i>Silene alpestris</i>						
<i>Astragalus alpinus</i>						
<i>Oxytropis montana</i>						
<i>Tritium nivale</i>						
<i>Luzula multiflora s.l.</i>						
<i>Alchemilla sect. Corticeae</i>						
<i>Distichum inclinatum (B)</i>						
<i>Premlia quadrata (B)</i>						
<i>Tritium thalii</i>						
<i>Leontodon helveticus</i>						
<i>Cerastium deltoideum</i>						
<i>Pseudoleskea catenulata (B)</i>						
<i>Leucanthemum atratum</i>						
<i>Saxifraga crustata</i>						
<i>Ctenidium molle (B)</i>						
<i>Cirsium spinosissimum</i>						
<i>Cratoneuron filicinum (B)</i>						
<i>Doronicum grandiflorum</i>						
<i>Lotula procumbens</i>						
<i>Rhynchosium rugosum (B)</i>						
<i>Scleria saccata (L)</i>						
<i>Adiantum nemorosum</i>						
<i>Silene glauca</i>						
<i>Euphrasia picea</i>						
<i>Cerastium arvense</i>						
<i>Thymus vermicularis (L)</i>						
<i>Erigeron untorius</i>						
<i>Cladonia macrophylla (L)</i>						
<i>Festuca nortica</i>						
<i>Lotus corniculatus</i>						
<i>Anemone baldensis</i>						
<i>Galium baldense</i>						
<i>Bryum turbinatum (B)</i>						
<i>Putzschka alpina</i>						
<i>Adiantum glabra</i>						
<i>Barrandiera barbata (B)</i>						
<i>Ancusa jaccquinii</i>						
<i>Carex hirsuta</i>						
<i>Alchemilla monticola</i>						
<i>Callianthemum anemonoideum</i>						
<i>Cerastium cucullatum (L)</i>						
<i>Leucanthemopsis cuneolata</i>						
<i>Gentiana brachyphylla</i>						
<i>Scabiosa lucida</i>						
<i>Pedicularis pyrenaica</i>						
<i>Cerastium strictum</i>						
<i>Androsace obtusoides</i>						
<i>Homidium pyrenaicum</i>						
<i>Alchemilla sect. Alpinae ser. Hoppesii</i>						
<i>Cerastium Desii (L)</i>						
<i>Ranunculus alpestris</i>						
<i>Blechnum trichophyllum (B)</i>						
<i>Trochus europaeus</i>						
<i>Encalypta thaptocarpa (B)</i>						
<i>Oreochloa disticha</i>						
<i>Rhododendron trausanum</i>						
<i>Bardolphia lycopodioides (B)</i>						
<i>Nardus stricta</i>						
<i>Avenula vesicolor</i>						
<i>Leucanthemum halderi</i>						

Tab. F: Gesellschaften des Soldanello alpinae-Salicion retusae (Teil I / Seite 3)

Asplenium viride									
Cadonia erbuscula (L)									
Rhytidadelphus triquetrus (B)									
Arctia juratzkana (B)									
Linaria alpina									
Sesleria ovata									
Plantago atrata									
Polytrichum alpinum (B)									
Luzula * sieberi									
Alchemilla arvensis									
Alchemilla glabra									
Pedicularis rosea									
Taraxacum fragrans (B)									
Botrychium lunaria									
Primula elatior									
Festuca violacea									
Luzula sudetica									
Juncus tridicus									
Gentiana germanica ssp.									
Cerastium tridatum									
Plantago alpina									
Cratoneuron commutatum (B)									
Valeriana alpina									
Crepis tergiouensis									
Leontopodium alpinum									
Carex atemma									
Huperzia selago									
Cerastium cerasoides									
Saxifraga sedoides									
Hedera helix grandiflora									
Mnium athamanticum									
Kryptogamen (ges.)	b 3	a	4 3 b a a 1 a b m b 3 a m 1 b 3 b 3 a 3 3 a a m 3 3 a b 1	i e a	a . 1 . m m . m a . m 1 a a b . m 1 1 a 1 1 . . . b . a 1 m a m . . . . m . a 3 .	3 . . . . . a b 1 m b 1 a b m . 1 1 1 . 1 m 1 1 1 1	m 1 a . . . . . b . . . . .		







## Gesellschaften des Soldanello alpinae-Salicion retusae

Weitere Arten zu Tab. F (Seite 1)

Aufn-ID	Weitere Arten:
A102	Salix hastata(+)
A103	Salix hastata(1) Paederota lutea(+)
A105	Salix hastata(+) Ranunculus hybridus(+) Valeriana saxatilis(+)
0729	Antennaria carpatica(+)
MO01	Polygala alpestris(+)
WR25	Anemone narcissiflora(+)
0461	Dicranum sp. (B)(a) Bryum sp. (B)(1)
H703	Tortula sp. (B)(+)
A101	Dicranum sp. (B)(+) Cladonia bellidifolia (L)(+)
Ef04	Galium megalospermum(+)
X189	Scapania sp. (B)(+)
X383	Bryum sp. (B)(+)
X403	Cirriphyllum tenuinerve (B)(1) Bryum sp. (B)(a)
X464	Brachythecium sp. (B)(+)
E365	Bryum sp. (B)(+)
E369	Psora lurida (L)(+)
E403	Psora lurida (L)(+)
0718	Bryum sp. (B)(1)
0715	Bryum sp. (B)(a)
0731	Paederota lutea(+)
WR24	Alchemilla sp.(+)
WJ11	Brachythecium sp. (B)(+)
0250	Dicranum sp. (B)(1)
Ef01	Polygala alpestris(1) Poa supina(a) Linum catharticum(+) Carex ornithopoda(+) Fissidens dubius (B)(+)
0583	Antennaria carpatica(+)
0595	Carex ornithopoda(+) Bryum sp. (B)(1)
B401	Tortula sp. (B)(+) Encalypta sp. (B)(+) Brachythecium collinum (B)(+) Campylium chrysophyllum (B)(+)
B402	Tortula sp. (B)(+) Alchemilla sp.(-)
B403	Tortula sp. (B)(+)
B404	Tortula sp. (B)(+)
0229	Pulsatilla * alpina(+)
GP12	Alchemilla incisa(+) Campylium stellatum (B)(+)
GP15	Saxifraga seguieri(+) Veronica bellidioides(+) Campylium stellatum (B)(+)
GP16	Alchemilla incisa(+) Veronica bellidioides(+) Campylium stellatum (B)(+)
TI37	Galium megalospermum(+)
TI38	Galium megalospermum(+)
FL02	Primula integrifolia(1) Cardamine alpina(+)
0749	Bryum sp. (B)(a)
GN57	Saxifraga bryoides(1) Draba dubia(+) Cardamine resedifolia(+)

## Gesellschaften des Soldanello alpinae-Salicion retusae

Weitere Arten zu Tab. F (Seite 2)

GN58	Artemisia genipi(+)	Gentiana * subacaulis(1)			
GN59	Artemisia genipi(+)	Gentiana * subacaulis(+)			
GN60	Saxifraga bryoides(+)	Draba dubia(+)	Pulsatilla * alpina(+)		
GN61	Draba dubia(+)	Artemisia genipi(+)			
GN62	Trifolium badium(+)	Tussilago farfara(+)			
GN46	Pinguicula leptoceras(+)	Gentiana acaulis(+)	Hieracium intybaceum(+)		
GN47	Astragalus australis(+)	Arabis * subcoriacea(+)	Silene vulgaris(+)		
GN48	Alectoria ochroleuca (L)(1)				
GN50	Alectoria ochroleuca (L)(+)	Draba siliquosa(+)			
GN51	Antennaria carpatica(+)				
GN55	Pinguicula leptoceras(+)	Cardamine resedifolia(1)	Euphrasia rostkoviana(+)	Erigeron alpinus(+)	
GN56	Agrostis stolonifera(+)	Juncus triglumis(+)	Carex nigra(+)		
GN53	Saxifraga bryoides(+)				
GN54	Draba dubia(+)	Trifolium badium(+)	Dianthus glacialis(+)	Avenella flexuosa(+)	Saussurea alpina(+)
0587	Arabis * subcoriacea(b)	Bryum sp. (B)(m)	Dicranum sp. (B)(1)		
E416	Cirriphyllum cirrhosum (B)(+)				
E418	Orthothecium intricatum (B)(1)				
E436	Barbula rigidula (B)(1)				
LG20	Draba dubia(+)				
R020	Saxifraga seguieri(+)	Primula integrifolia(+)	Gentiana * subacaulis(+)		
X451	Rhodiola rosea(-)	Valeriana celtica(+)			
H803	Tortula sp. (B)(+)				
WT43	Carex ornithopoda(1)				
X411	Valeriana celtica(+)	Anemone narcissiflora(+)	Pohlia sp. (B)(a)		
X112	Heracleum austriacum(+)	Soldanella sp.(a)			
X120	Trifolium badium(+)	Trifolium pratense(+)	Bryum sp. (B)(+)		
WT45	Alchemilla sp.(+)				
WT46	Alchemilla sp.(+)				

Tab. G: Südalpen-Gesellschaften der Kalkschutttschneeböden im Vergleich zu Saxifraga sedoides-Gesellschaften der Nordöstlichen Kalkalpen (Seite 1)

Geographie	Ges. der mittleren Nordostalpen				Ges. der östlichen Nordostalpen				Ges. der mittleren Südalpen				Ges. der östlichen Südalpen											
	Gesellschaft	Saxifraga a. pseudoleskei				Tortula norvegica-Saxifraga stellaris				Saxifragetum stellarioides				Saxifraga sedoides										
		Achillea claviana-Campanula pulchella				Siene pusilla-Soldanella austriaca				Soldanella minima-Ausbildung (südalpin)				Ranunculo traufelfelneri-Festucetum nitidae										
		Arabis alpina-Saxifraga sedoides-Ges.				Saxifragetum hohenwartii				Saxifraga moschata														
Ausbildung	Saxifraga a. pseudoleskei				Tortula norvegica-Saxifraga stellaris				Saxifragetum stellarioides				Saxifraga sedoides											
Ges-Code	18 2a(1)				12 2a(1)				12 1a(1)				17 1a(1)											
Laufn. Nr. der Gruppe	1				2				3				4											
Verbandszuordnung	AC				AC				AC				AC											
Aufn. ID	0774				0835				0639				0656											
Gebirgsgruppe	Saxifraga a. pseudoleskei				Tortula norvegica-Saxifraga stellaris				Saxifragetum stellarioides				Saxifraga sedoides											
	Achillea claviana-Campanula pulchella				Siene pusilla-Soldanella austriaca				Soldanella minima-Ausbildung (südalpin)				Ranunculo traufelfelneri-Festucetum nitidae											
	Arabis alpina-Saxifraga sedoides-Ges.				Saxifragetum hohenwartii				Saxifraga moschata															
	Aufn. ID	0774				0835				0639				0656										
Seehöhe	2190				2250				2200				2190											
Exposition	SW				SE				SW				E											
Inklination	10				10				10				10											
Laufende Nummer	1				2				3				4											
Sagina saginoides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Doronicum grandiflorum	m	a	a	1																				
Ponilla obtusifolia (B)				1																				
Pseudoleskeia catenulata (B)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scleridium apocarpum (B)	1	1	1	1																				
Tortula norvegica (B)				1																				
Bryum pseudotriquetrum (B)				1																				
Distichum compactum (B)				1																				
Achillea claviana				1																				
Arabis bellidifolia				1																				
Trichostomum brachydontum (B)				1																				
Thlaspi alpestre				1																				
Soldanella austriaca				1																				
Campanula pulchella				1																				
Ranunculus alpestris				1																				
Sesleria ovata				1																				
Encalypta thaptocarpa (B)				1																				
Siene pusilla				1																				
Tayloria froelichiana (B)				1																				
Cratoneuron commutatum (B)				1																				
Arabis stellulata				1																				
Pritzelago alpina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arabis alpina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saxifraga sedoides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saxifraga stellaris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pritzelago austroalpina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Thlaspi rotundifolium				1																				
Papaver kernerii				1																				
Arabis caerulea				1																				
Arabis vohrenensis				1																				
Potentilla braunsiana				1																				
Cirsium spinosissimum				1																				
Soldanella alpina				1																				
Festuca nitida				1																				
Rumex nivale				1																				
Cerastium carinthiacum				1																				
Gnaphalium hoppeanum				1																				
Sedum atratum				1																				
Euphrasia salisburgensis				1																				
Veronica alpina				1																				
Ranunculo traufelfelneri				1																				
Saxifraga hohenwartii				1																				
Saxifraga moschata				1																				
Sesleria albicans				1																				
Papaver kernerii				1																				
Saxifraga bursariensis				1																				
Saxifraga androsaceae				1																				
Poa alpina				1																				
Achillea atrata				1																				
Moehringia ciliata				1																				
Pressia quadrata (B)				1																				
Carex parviflora				1																				
Cratoneuron filiforme (B)				1																				
Soldanella minima				1																				
Taraxacum Sect. Alpina				1																				
Myosotis alpestris				1																				
Poa minor				1																				
Campanula cochlearifolia				1																				
Viola biflora				1																				
Tortella tortuosa (B)				1																				
Timmia norvegica (B)				1																				
Achillea oxyloba				1																				
Sesleria sphaeroccephala				1																				
Pericaria vivipara				1																				
Valeriana elongata				1																				
Cystopteris alpina				1																				
Saxifraga paniculata				1																				
Phyteuma sibirici				1																				
Paeclerota lutea				1																				
Veronica aphylla				1																				
Mnucaria gerardi				1																				
Linaria alpina				1																				
Silene acuta				1																				
Carex firma				1																				
Gallium horticum				1																				
Armenia alpina				1																				
Gentiana tergovensis				1																				
Carex ferruginea				1																				
Silene alpestris				1																				
Bartsia alpina				1																				



## Saxifraga sedoides-Gesellschaften der Nordöstlichen Kalkalpen

## Weitere Arten zu Tab. G (Seite 1)

Lauf.Nr	Gesellschaftsbezeichnung und Autorennachweis	Cluster / [Aufn.-Id.]
1	<i>Saxifraga androsacea-Pseudoleskeella catenulata</i> -Ges. Dachstein; Aufn.774, e774, 844 Hochschwabgruppe; Aufn.661	AC16.2a(1)
2	<i>Tortulo norvegicae-Saxifragetum stellaris</i> Dachstein; Aufn.835, 836, 405 Tennengebirge; Aufn.516 Hochschwabgruppe; Aufn.652, 688, 664, 665	AC12.2a(1)
3	<i>Saxifragetum stellaro-sedoidis, Achillea clusiana-Campanula pulla</i> -Ausbildung Hochschwabgruppe; Aufn.629, 630, 669, 637, 635, 636, 640	AC12.1a(1)
4	<i>Saxifragetum stellaro-sedoidis, Silene pusilla-Soldanella austriaca</i> -Ausbildung Hochschwabgruppe; Aufn.646, 645, 656, 644, 643 Greiml 1991: p.67, <i>Saxifraga stellaris</i> - <i>Saxifraga sedoides</i> -Ges., Tab.10; Aufn.421, 422, 423, 459, 460, 472 Hochschwabgruppe; Aufn.638 Greiml 1991: p.67, <i>Saxifraga stellaris</i> - <i>Saxifraga sedoides</i> -Ges., Tab.10; Aufn.474, 477, 480	AC12.1a(2) X421; X422; X423; X459; X460; X472 X474; X477; X480
5	<i>Saxifragetum stellaro-sedoidis, Soldanella minima</i> -Ausbildung (südalpin) Hxrandl 1993: p.110, <i>Saxifraga hohenwartii</i> - <i>Saxifraga sedoides</i> -Ges., Tab.3; Aufn.516, 517, 519 Hxrandl 1993: p.110, <i>Saxifraga sedoides</i> -Ges., Tab.3; Aufn.522 Hxrandl 1993: p.110, <i>Saxifraga sedoides</i> - <i>Saxifraga stellaris</i> -Ges., Tab.3; Aufn.502, 503, 504, 505 Gailltaler Alpen; Aufn.748 Karnische Alpen; Aufn.739 Pragser Dolomiten; Aufn.762 Wikus 1960: p.78, <i>Saxifragetum hohenwartii</i> Subass. von <i>Achillea oxyloba</i> , Tab.7; Aufn.4, 5, 7 Wraber 1971: p.60, <i>Saxifrago-Arabidetum caeruleae</i> , Tab.9; Aufn.2	AC12.1a(3) Hx36; Hx37; Hx39 Hx42 Hx22; Hx23; Hx24; Hx25 WL93; WL94; WL96 WT31
6	<i>Saxifraga sedoidis</i> -Ges., verarmte <i>Myosotis alpestris</i> -Ausbildung Hochschwabgruppe; Aufn.656 Wraber 1971: p.60, <i>Saxifrago-Arabidetum caeruleae</i> , Tab.9; Aufn.2 Julische Alpen; Aufn.712	AC18.1a(1) WT31
7	<i>Ranunculo traunfellneri-Festucetum nitidae, Saxifraga sedoides</i> -Ausbildung Julische Alpen; Aufn.704, 701, 720, 698, 697 Wraber 1971: p.60, <i>Saxifrago-Arabidetum caeruleae</i> , Tab.9; Aufn.11, 12, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	AC17.1a(2) WT40; WT41; WT30; WT32; WT33; WT34; WT35; WT36; WT37
8	<i>Ranunculo traunfellneri-Festucetum nitidae, Rumex nivalis</i> -Ausbildung Julische Alpen; Aufn.705, 706 Wraber 1971: p.64, <i>Festuco violaceae-Rumicetum nivalis</i> , Tab.11; Aufn.10, 11, 12, 13, 14, 15, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 Wraber 1971: p.60, <i>Saxifrago-Arabidetum caeruleae</i> , Tab.9; Aufn.10, 13, 9	AC17.1a(1) WT60; WT61; WT62; WT63; WT64; WT65; WT51; WT52; WT53; WT54; WT55; WT56; WT57; WT58; WT59 WT39; WT42; WT38
9	<i>Arabis alpina-Saxifraga sedoides</i> -Ges., Südalpen-Schuttauusbildung Aichinger 1933: p.44, <i>Saxifragetum hohenwartii</i> , Tab.9; Aufn.5, 7, 9	TR15.2a(1) A905; A907; A909

## Saxifraga sedoides-Gesellschaften der Nordöstlichen Kalkalpen

## Weitere Arten zu Tab. G (Seite 2)

- Hxrandl 1993: p.110, Saxifraga hohenwartii-Saxifraga sedoides-Ges., Tab.3; Aufn.518, 520  
 Hxrandl 1993: p.110, Saxifraga sedoides-Ges., Tab.3; Aufn.521, 523, 524  
 Hxrandl 1993: p.110, Saxifraga sedoides-Saxifraga stellaris-Ges., Tab.3; Aufn.501
- 10** *Saxifragetum hohenwartii*  
 Aichinger 1933: p.44, Saxifragetum hohenwartii, Tab.9; Aufn.11, 12, 13, 1, 3, 8
- 11** *Saxifragetum moschatae*  
 Haderlapp 1982: p.20, Arabidetum alpinae, Tab.1; Aufn.21  
 Haderlapp 1982: p.21, Saxifragetum moschatae, Tab.1; Aufn.25, 26

Hx38; Hx40  
 Hx41; Hx43; Hx44  
 Hx21  
 TR13.1a(1)  
 A911; A912; A913; A901; A903; A908  
 TR14.1a(1)  
 HP21  
 HP25; HP26

AufnID	Weitere Arten:
0774	Taraxacum carinthiacum(-)
0665	Barbilophozia barbata (B)(+)
0669	Taraxacum vetteri(+) Cladonia pyxidata (L)(+) Sanionia uncinata (B)(+)
X421	Bryum sp. (B)(3)
X459	Deschampsia cespitosa(-) Cortusa matthioli(+)
X460	Bryum sp. (B)(a)
X472	Pohlia cruda (B)(+)
Hx36	Campanula zoysii(-) Primula wulfeniana(-)
Hx42	Saxifraga caesia(+)
Hx22	Alchemilla fissa(-)
WL96	Minuartia austriaca(+)
0697	Oxyria digyna(+)
WT40	Alchemilla exigua(+) Gentianella anisodonta(-) Sibbaldia procumbens(+)
WT62	Daphne mezereum(-) Potentilla crantzii(+)
WT65	Astrantia major(+) Cerastium * strictum(+) Chaerophyllum hirsutum(+) Lotus alpinus(+) Luzula * sieberi(+) Pedicularis recutita(+) Primula elatior(+) Ranunculus hybridus(+) Trifolium * nivale(+)
WT55	Alchemilla sp.(+)
WT56	Betonica alopecuroides(+) Heracleum * siifolium(+) Laserpitium peucedanoides(+)
WT57	Leontodon hispidus(+)
WT59	Campanula cespitosa(+) Gentiana verna(+)
WT42	Pedicularis rosea(-) Saussurea pygmaea(-)
Hx40	Potentilla clusiana(+)
Hx41	Pinguicula alpina(+)
Hx43	Dryopteris villarii(+)
Hx21	Primula clusiana(+) Salix reticulata(-)

Tab. H: Moosdominierte Gesellschaften der Kalkschuttschneeböden

Tabellensortierung: Wishart's Similarity Ratio / Average Linkage der Aufnahmen

Laufn. Nr der Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Verbandszuordnung	Tr	Ac	Ac	Ac	Ac	Ac	?	?	?	
Gesellschaft	Pse inc	Sol aus	Saxifraga androsa Pseudoleskeella c	Tortulo norvegicae- Saxifragetum stellaris	Bryum pseudotriquetrum- Pohlia wahlenbergii-Ges.	Cratoneuron filicin Cratoneuron com	Ptychodi Bryum e	Sanionia Oncoph	Sanionia uncinata Distichum compa	
Ges.-Code	TR24 3a	AC28 1a	AC16 2a	AC12 2a	AC22 1b	AC23 1a	AC30 1a	AC29 1a	AC29 2a	
Aufn.ID	0565	0663	0644 0661 0774 e774	0652 0688 0664 0665 0635 0836 0405 0516	e150 f150 0150 0450 0525 0524	SH29 SH32 SH23 SH25	0840 0841	0082 0083	e082 0096 0031 0409	
Gebirgsgruppe	Da	Hs	Da Hs Da Da	Hs Hs Hs Hs Da Da Da Te	Ho Ho Ho Da Te Te	Ka Ka Ka Ka	Da Da	Ho Ho	Ho Da Da	
Seehöhe	2200	2090	2260 2140 2190 2190	2250 2250 2100 2100 2250 2250 1970 2170	1660 1660 1660 2150 1990 1570	1670 1710 1970 1230	2220 2220	1520 1520	1725 1880 1940	
Exposition	S		E SW SW	NNW NNW N NNW SE ESE N NE	SSE SSE SSE N NNE NNW	N N NW NW	NW NW	N		
Inklination	20	0	0 10 10 10	70 70 15 10 20 20 10 80	15 15 15 10 10 20 20	15 40 75	5 5	15 0	0 0 5	
Laufende Nummer	1	2	3 4 5 6	7 8 9 10 11 12 13 14	15 16 17 18 19 20	21 22 23 24	25 26	27 28	29 30 31 32	
<i>Pseudoleskea incurvata</i> (B)	2a								+	
<i>Valeriana supina</i>	+									
<i>Leontodon montanus</i>	2b									
<i>Oncophorus virens</i> (B)	1		1				1			
<i>Campanula cochlearifolia</i>	2m		+ 1						1	
<i>Sedum atratum</i>	+				+					
<i>Anthelia juratzkana</i> (B)		4								
<i>Pohlia obtusifolia</i> (B)	2a	2a	4		1			1		
<i>Sagina saginoides</i>	+		1 1 1				+			
<i>Doronicum grandiflorum</i>			2m 2a							
<i>Pseudoleskeella catenulata</i> (B)		2b	1 1 1						1	
<i>Saxifraga sedoides</i>				2a 2a . 1 2b 2a 1 2a						
<i>Tortula norvegica</i> (B)				2b 2b 3 3						
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (B)				2a 2b 2b 2b 2a 2b 2b 2a			1			
<i>Ptychodium plicatum</i> (B)				1 2a 1 2a . . . 2b		3 2b 2a 3 2b +	2a 2b		1	
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (B)						2a . . 2a . 2a				
<i>Cirriophyllum crassinervium</i> (B)						2a 2a . 1 2a +				
<i>Pohlia carneae</i> (B)						2b 2a 2a				
<i>Ditrichum flexicaule</i> (B)						1 2b 2a				
<i>Distichum capillaceum</i> (B)						. . . 1 1 2b		1		
<i>Ctenidium molluscum</i> (B)						. . . 1 2a +		+		
<i>Viola biflora</i>						. . . 2a 2a				
<i>Cratoneuron filicinum</i> (B)						. . . 2a 1				
<i>Cratoneuron commutatum</i> (B)						. . . 1 1 2a 1				
<i>Orthothecium rufescens</i> (B)						. . . 1				
<i>Carex firma</i>						. . . 1 1				
<i>Taylonia froelichiana</i> (B)						. . . 1 +				
<i>Drepanocladus vermicosus</i> (B)						. . . 1 1				
<i>Mnium thomsonii</i> (B)						. . . 1				
<i>Leskeella nervosa</i> (B)						. . . 2a 1				
<i>Soldanella alpina</i>						. . . 2a				
<i>Ptagiochila asplenioides</i> (B)						. . . 1 +				
<i>Bryum elegans</i> (B)						. . . 2a				
<i>Oncophorus wahlenbergii</i> (B)						. . . 1 +		+		
<i>Pohlia ludwigii</i> (B)						. . . 1			2a 5	
<i>Hypnum cupressiforme</i> (B)						. . . 1			1	
<i>Polytrichum alpinum</i> (B)						. . . 2b			1	
<i>Sanionia uncinata</i> (B)						. . . 3 1			4 5 3 2a	
<i>Distichum *compactum</i> (B)				1 2m					4 2a	
<i>Saxifraga stellaris</i>			2a 2a 1 2a	1 . 1 1 1 + . 1	1 . 1 1 1	2a 1 1 +	1	+	2a	
<i>Ranunculus alpestris</i>			+	. . 2m 2a . + .	+ . 1 1 1	2a 1 1 1		+	1	
<i>Pritzelago *alpina</i>	1		1 . + .	1 1 1 1 1 1 + 1	1 . + 2a 1	+ + +	2m		+	
<i>Saxifraga androsacea</i>		2m	1 1 . 2m	. . + 1 + 1 .	1 . 3 2b 3 3	+ 1 . .			+ 1	
<i>Poa alpina</i>			1 . + .	. . 1 . . . .	. . + + + +	. . . .			1	
<i>Preissia quadrata</i> (B)		1		2a . . . .	. . + + . .	. . . .				
<i>Arabis alpina</i>		+	+	+	+	+	1 . . +			1
<i>Soldanella austriaca</i>		+	+		2a . . . .	. . . .				
<i>Campanula pulla</i>		+			1 . . . .	. . . .				
<i>Moehringia ciliata</i>				1 1 . 1	. . . 2m 1 .	. . + . .				
<i>Achillea atrata</i>			3 . . . .	. . + . . . .	. . . . 1	+ . . . .				
<i>Eurhynchium swartzii</i> (B)			1 . . . .	. . . . 1	. . . .	. . . .				
<i>Agrostis alpina</i>			+	. . . .	. . . .	. . . .				
<i>Schistidium apocarpum</i> (B)			+	1 . . . .	. . . . 1	. . . .				
<i>Saxifraga moschata</i>				1 . . . .	. . . . 1	. . . .			2a	
<i>Saxifraga aizoides</i>				+	+					
<i>Bryum pallescens</i> (B)				1 . . . .	. . . .	. . . .				
<i>Silene pusilla</i>						1 2a . . . .			+	+
<i>Saxifraga aphylla</i>						1 . . . .				
<i>Arabis caerulea</i>						. . . . 1				
<i>Tortella tortuosa</i> (B)						. . . . 1		1 +		1
<i>Timmia austriaca</i> (B)						1 . . . .				
<i>Campylium calcareum</i> (B)						. . . . +				1
<i>Campylium sommerfeltii</i> (B)						. . . . 1				
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (B)						. . . . +				
<i>Persicaria vivipara</i>		+				. . . . 1 +	1 +		+	
<i>Carex parviflora</i>						. . . . +			+	
<i>Salix retusa</i>						. . . . +			+	
<i>Galium noricum</i>	1					. . . .				
<i>Gentiana orbicularis</i>	1					. . . .				
<i>Veronica alpina</i>			1 . . . .			. . . .				
<i>Polytrichum juniperinum</i> (B)			+	. . . .		. . . .				
<i>Aconitum tauricum</i>			1 . . . .			. . . .				
<i>Veronica aphylla</i>			1 . . . .			. . . .				
<i>Encalypta rhaptocarpa</i> (B)				2a . . . .		. . . .				
<i>Cirriophyllum cirrhosum</i> (B)					2a . . . .	. . . .				
<i>Pohlia cruda</i> (B)						. . . . 1				
<i>Homogyne discolor</i>						. . . . 1				
<i>Lophozia wenzelii</i> (B)						. . . . 1				
<i>Tortula calcicolens</i> (B)						. . . . 1				
<i>Dicranodontium denudatum</i> (B)						. . . . 1				
<i>Oxystegus tenuirostris</i> (B)						. . . . 1				
<i>Campylium stellatum</i> (B)						. . . . 1				
<i>Orthothecium intricatum</i> (B)						. . . . 1				
<i>Leiocolea collaris</i> (B)						. . . . 1				
<i>Gymnostomum aeruginosum</i> (B)						. . . . 1				
<i>Poa minor</i>						. . . . 1				
<i>Dicranum scoparium</i> (B)						. . . . 1		+		
<i>Crepis aurea</i>						. . . . 1				1
<i>Ligusticum mutellina</i>						. . . . 1				1
<i>Luzula glabrata</i>						. . . . 1				1
<i>Euphrasia sp.</i>						. . . . 1				1
<i>Galium anisophyllum</i>						. . . . 1				1
Kryptogamen (ges.)	2a	4	2b 5 1 1	2b 3 2b 3 3 2b 3 4	4 5 3 4 4 3	3 3 5 2b	2b 2b	5 5	4 5 5 3	



## Moosdominierte Gesellschaften der Kalkschutt-schneeböden

## Weitere Arten zu Tab. H (Seite 1)

Lauf.Nr	Gesellschaftsbezeichnung und Autorennachweis	Cluster / [Aufn.-Id.]
1	<i>Pseudoleskea incurvata</i> - <i>Oncophorus virens</i> -Ges. ( <i>Leontodon montanus</i> -Flur) Dachstein; Aufn.565	TR24.3a
2	<i>Soldanella austriaca</i> - <i>Pohlia obtusifolia</i> -Ges. Hochschwabgruppe; Aufn.663	AC28.1a
3	<i>Saxifraga androsacea</i> - <i>Pseudoleskeella catenulata</i> -Ges. Dachstein; Aufn.844 Hochschwabgruppe; Aufn.661 <i>Dachsteingruppe</i> , Aufn.774, e774	AC16.2a
4	<i>Tortulo norvegicae</i> - <i>Saxifragetum stellaris</i> Hochschwabgruppe; Aufn.652, 688, 664, 665 Dachstein; Aufn.835, 836, 405 Tennengebirge; Aufn.516	AC12.2a
5	<i>Bryum pseudotriquetrum</i> - <i>Pohlia wahlenbergii</i> -Ges. Höllengebirge; Aufn.e150, f150, 150 Dachstein; Aufn.450 Tennengebirge; Aufn.525, 524	AC22.1b
6	<i>Cratoneuron filicinum</i> - <i>Cratoneuron commutatum</i> -Ges. Smattan 1981: p.126, Arabidetum caeruleae, Tab.125; Aufn.622, 492, 758, 576	AC23.1a SH29, SH32, SH23, SH25
7	<i>Ptychodium plicatum</i> - <i>Bryum elegans</i> -Ges. Dachstein; Aufn.840, 841	AC30.1a
8	<i>Sanionia uncinata</i> - <i>Oncophorus wahlenbergii</i> -Ges. Höllengebirge; Aufn.83, 82	AC29.1a
9	<i>Sanionia uncinata</i> - <i>Distichum compactum</i> -Ges. Höllengebirge; Aufn.e82, 96 Dachstein; Aufn.31, 409	AC29.2a

Aufn-ID	Weitere Arten:
0565:	<i>Thesium alpinum</i> (+) <i>Potentilla clusiana</i> (1)
0774:	<i>Aster bellidiastrum</i> (+) <i>Gnaphalium hoppeanum</i> (+) <i>Taraxacum carinthiacum</i> (+) <i>Arabis bellidifolia</i> (+)
0665:	<i>Myosotis alpestris</i> (+) <i>Barbilophozia barbata</i> (B)(+)
0150:	<i>Agrostis rupestris</i> (+)
0450:	<i>Encalypta vulgaris</i> (B)(+)
0525:	<i>Polystichum lonchitis</i> (+)
0524:	<i>Epilobium anagallidifolium</i> (+) <i>Rumex alpestris</i> (+) <i>Scapania aequiloba</i> (B)(+) <i>Peltigera aphthosa</i> (L)(+)
SH29:	<i>Bryum funckii</i> (B)(+)
SH32:	<i>Sesleria albicans</i> (+) <i>Orthotrichum striatum</i> (B)(+) <i>Oreoweisia torquescens</i> (B)(+)
SH25:	<i>Asplenium viride</i> (+) <i>Barbula crocea</i> (B)(+) <i>Hypnum pallescens</i> (B)(+)
0082:	<i>Homomallium incurvatum</i> (B)(+) <i>Fissidens osmundoides</i> (B)(+) <i>Lepidozia reptans</i> (B)(+)
0083:	<i>Carex sempervirens</i> (+) <i>Carex canescens</i> (+)
0096:	<i>Selaginella selaginoides</i> (+)

**Anschrift des Verfassers:** Mag. Thorsten Englisch  
Trostdstraße 70/8/3  
A-1100 Wien  
e-mail: [engli@pflaphy.pph.univie.ac.at](mailto:engli@pflaphy.pph.univie.ac.at)



---

## Impressum:

- Medieninhaber: Biologiezentrum des OÖ. Landesmuseums  
Schriftleiter: Botanik: Univ.-Prof. Dr. J. Greilhuber, Dr. A. Kump, Univ.-Doz. Dr. F. Speta  
Zoologie (Entomologie): Mag. F. Gusenleitner  
Zoologie (Evertebrata varia): Dr. E. Aeschl  
Zoologie (Vertebrata): Dr. G. Aubrecht  
alle: Biologiezentrum des OÖ. Landesmuseums, J.-W.-Klein-Str. 73, 4040 Linz, Austria  
e-mail: bio-linz@Eunet.at, fax: 0043-732-759733-99
- Druck: Karl Pecho, Offsetdruck, Industriezeile 36b, 4020 Linz  
ISSN: 0252-192X  
Copyright: Biologiezentrum des OÖ. Landesmuseums, J.-W.-Klein-Str. 73, 4040 Linz, Austria

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Medieninhabers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Für den Inhalt der Abhandlungen sind die Verfasser verantwortlich.

**Schriftentausch erwünscht!**

---

Umschlagfoto: Standortvielfalt und Vegetationsmosaike in kalkalpinen Gebieten am Beispiel des Dachsteingebirges / Wiesberg. Kalkschneeböden stehen oftmals in unmittelbarem Kontakt zu den Vegetationstypen der Schutt- und Felsfluren, alpinen Magerrasen und Weideflächen. Dies bedingt eine große Standortvariation und eine breitgefächerte ökologische Differenzierung der entsprechenden Schneeboden-Gesellschaften (Foto: Th. Englisch / Wien).