

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)
Band: 122 (1994)

Artikel: Simulation der räumlichen Verteilung von Pflanzengesellschaften auf der Basis von Standortskarten : dargestellt am Beispiel des MaB-Testgebiets Davos = Simulation of the special distribution of plant communities based on maps of site factors : investigated in the MaB test site Davos
Autor: Fischer, Hagen S.
Kapitel: 2: Das Testgebiet Davos
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308986>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 01.02.2026

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

2. DAS TESTGEBIET DAVOS

2.1. GEOGRAPHISCHE LAGE

Das Untersuchungsgebiet liegt in den Schweizer Zentralalpen in der Landschaft Davos (Kanton Graubünden) auf einer Höhe zwischen 1500 und 3000 m ü. M. Es ist etwa 100 km² gross und umfasst den oberen Teil des Landwassertals in der Umgebung der Stadt Davos bis zum Wolfgangpass (1631 m ü.M.), das Parsenngebiet und das Dischmatal. Ein Teil des Gebiets ist intensiv für den Tourismus erschlossen. Besonders bekannt sind die Skigebiete am Jakobshorn (2590 m ü.M.), am Weissfluhjoch (2685 m ü.M.), der Schatzalp (zwischen Schiahorn und Chüpfenflue) und im Parsenngebiet (südlich der Casanna). Der hintere Teil des Dischmatals ist im Winter häufig durch Lawinen gefährdet, und wurde deshalb nur extensiv für den Tourismus erschlossen.

2.2. KLIMA

Zur Charakterisierung des Allgemeinklimas wurden Klima-Diagramme auf der CYBER des Rechenzentrums der ETH mit Hilfe der Klima-Datenbank der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) erstellt. Berechnungsgrundlage ist der gesamte in der Datenbank gespeicherte Zeitraum mit Messwerten der jeweiligen Station bis 1988. Die Diagramme sind eine Erweiterung der Klima-Diagramme nach WALTER und LIETH (1960). Wie bei WALTER stellen sie den Jahresgang des Niederschlags und der mittleren Tagestemperatur dar. Die Textzeile unter dem Stationsnamen enthält die Meereshöhe, die mittlere Jahrestemperatur, den mittleren Jahresniederschlag und den ausgewerteten Beobachtungszeitraum. An der Innenseite der Temperaturachse befindet sich oben die absolute Höchsttemperatur und unten die absolute Tiefsttemperatur im Beobachtungszeitraum. Zusätzlich zu den Klimadiagrammen nach WALTER und LIETH (1960) sind noch die mittleren Tageshöchst- und Tagestiefsttemperaturen (die gestrichelten Linien über bzw. unter der Tagestemperaturlinie) sowie die Tageshöchsttemperatur plus deren Standardabweichung und die Tagestiefsttemperatur minus ihre Standardabweichung (die oberste bzw. unterste gestrichelte Linie) eingetragen. Durch diese Erweiterungen können in dem Diagramm Zeiten mit Frosttagen (Tages-

tiefsttemperatur unter dem Gefrierpunkt, aber Tageshöchsttemperatur darüber), Eistagen (Tageshöchsttemperatur unter dem Gefrierpunkt) sowie Zeiten mit Spätfrost (Tagestiefsttemperatur minus Standardabweichung unter dem Gefrierpunkt) dargestellt werden. Zur Berechnung der Temperaturen wurden zunächst für jeden Tag im Jahr die mittleren Temperaturwerte für den Beobachtungszeitraum ermittelt. Die Kurven wurden dann durch Fourieranalyse geglättet. Dabei wurden für die Temperaturmittelwerte zwei und für die Standardabweichung drei Harmonische berücksichtigt (vgl. GINSBURG 1970). Die Fehlerbalken in der Kurve der monatlichen Niederschläge stellen die 95%-Vertrauensbereiche für die Mittelwerte dar. Die Längeneinheiten entsprechen denen der Niederschlagswerte zwischen 0 und 100 mm. Für die Unterteilung der horizontalen Achse wurde die Einteilung Dezember bis November entsprechend der meteorologischen Jahreszählung gewählt (nicht Januar bis Dezember wie bei WALTER). Die vier Jahreszeiten (DEC-FEB, MAR-MAI, JUN-AUG, SEP-NOV) stehen dann als Viertel der Achse übersichtlich nebeneinander, und der Winter ist nicht auf die zwei Enden der Achse verteilt.

Zusätzlich zu den Jahresgängen von Niederschlag und Temperatur wurden weitere Klima-Kenngrößen in Anlehnung an BNL (1982) und HAEUPLER (1974) berechnet und in den Tab. 1 bis 3 dargestellt. Die mittlere Jahres temperatur ist der Mittelwert der ungeglätteten, mittleren Tagestemperaturen. Frosttage bzw. Eistage sind Tage, deren Tagestiefst- respektive Tageshöchst temperatur unter dem Gefrierpunkt liegen. Sommertage sind Tage, deren Tageshöchsttemperatur mindestens 25°C beträgt. Tropentage (= Hitzetage) haben eine Tageshöchsttemperatur von mindestens 30°C. Bei der Zählung der Frosttage sind die Eistage und bei der Zählung der Sommertage die Tropentage mit inbegriffen. Die Vegetationsperiode wurde definiert als die Anzahl schneefreier Tage mit einer Tagesmitteltemperatur über 5°C bzw. über 10°C. Diese Zahl ist kleiner als die Anzahl der Tage mit einer mittleren Tagestemperatur über 5°C bzw. 10°C, da Tage, die zwar im langjährigen Mittel über der Temperaturgrenze liegen, in einem bestimmten Jahr aber darunter, nicht mitgezählt werden. Der umgekehrte Fall, d.h. Tage mit einem langjährigen Mittel unter, aber mit einem aktuellen Wert über der Grenze, werden wegen der im Winter meist vorhandenen Schneedecke nicht mitgezählt. Diese Berechnungsart liefert einen genaueren Wert für die Anzahl Tage, an denen die Pflanzen photosynthetisch aktiv sein können, da sie direkt auf den Beobachtungen einzelner Tage beruht. Das Ende der Vegetationsperiode wurde definiert als der letzte Tag im Jahr mit einer mittleren Tagestemperatur von

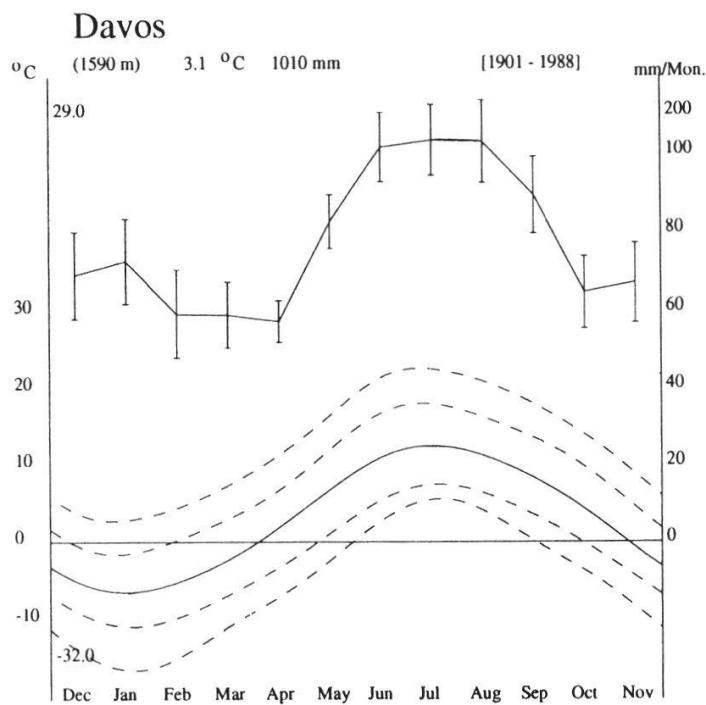


Fig. 1a. Klimadiagramm der SMA-Station Davos.
Climate diagram of the SMA-station Davos.

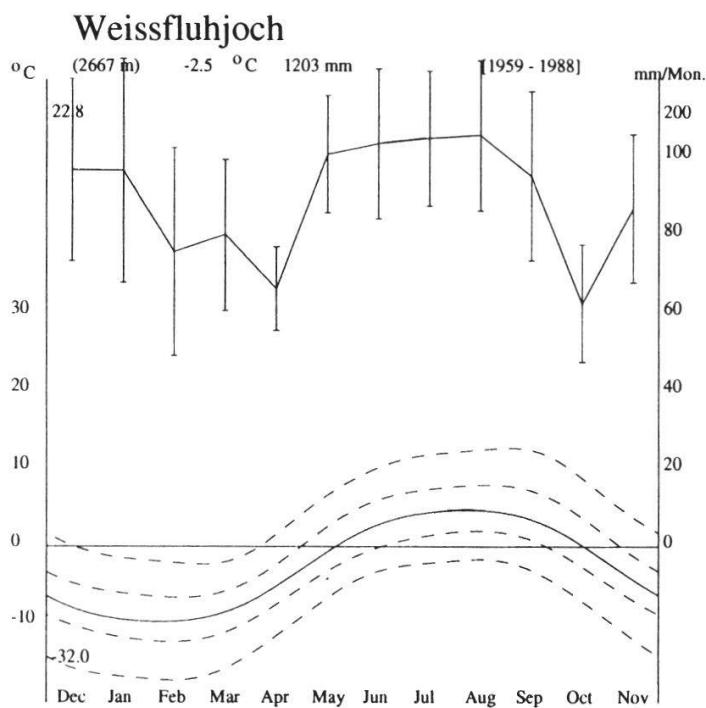


Fig. 1b. Klimadiagramm der SMA-Station Weissfluhjoch.
Climate diagram of the SMA-station Weissfluhjoch.

Tab. 1. Jahresstatistiken der Klimastationen von Davos und Weissfluhjoch. (Erläuterungen siehe Text)

Annual statistics of the climate station Davos and Weissfluhjoch. (Details see text).

| Messstation | Davos | Weissfluhjoch |
|------------------------------|---------------|---------------|
| LT-Koordinaten | 783575/187475 | 780600/189580 |
| Längengrad | 9°50'44.2" | 9°48'26.9" |
| Breitengrad | 46°48'51.8" | 46°50'02.9" |
| Meereshöhe | 1590 m | 2667 m |
| Beobachtungszeitraum | 1901-1988 | 1959-1988 |
| mittlere Jahrestemperatur | 3.1°C | -2.5°C |
| Tropentage | 0 | 0 |
| Sommertage | 2 | 0 |
| Frosttage | 196 | 270 |
| Eistage | 62 | 178 |
| Vegetationsperiode (>5°C) | 99 | 38 |
| Vegetationsperiode (>10°C) | 53 | 5 |
| Ende Vegetationsperiode | 10. Oktober | - |
| Jahresniederschlag | 1010 mm | 1203 mm |
| Niederschlag Mai-September | 560 mm | 638 mm |
| Tage mit Niederschlag >1 mm | 123 | 137 |
| Tage mit Niederschlag >10 mm | 31 | 39 |
| Tage mit Schneefall | 86 | 152 |
| Tage mit Schneedecke | 180 | 288 |
| Tage mit Nebel | 9 | 186 |

Tab. 2. Monats-Statistiken der Station Davos. - *Monthly statistics of the station Davos.*

SSD: Sonnenscheindauer in Std./30 Tg. - *duration of sunshine in hours per 30 days*

SSD%: relative Sonnenscheindauer - *relative duration of sunshine*

NIED: Niederschlag in mm/Mt. - *monthly precipitation in mm*

VERD: Verdunstung in mm/Mt. - *monthly evaporation in mm*

| Monat | SSD | SSD% | NIED | VERD |
|-----------|-----|------|------|------|
| Dezember | 80 | 48 | 69 | - |
| Januar | 86 | 49 | 73 | - |
| Februar | 113 | 53 | 59 | - |
| März | 139 | 50 | 59 | - |
| April | 149 | 45 | 57 | - |
| Mai | 160 | 43 | 83 | 36 |
| Juni | 168 | 44 | 118 | 64 |
| Juli | 189 | 50 | 137 | 84 |
| August | 184 | 53 | 133 | 63 |
| September | 167 | 56 | 90 | 56 |
| Oktober | 134 | 57 | 65 | 33 |
| November | 96 | 51 | 67 | - |

Tab. 3. Monats-Statistiken der Station Weissfluhjoch.

Monthly statistics of the station Weissfluhjoch.

SSD: Sonnenscheindauer in Std./30 Tg. - *duration of sunshine in hours per 30 days*

SSD%: relative Sonnenscheindauer - *relative duration of sunshine*

NIED: Niederschlag in mm/Mt. - *monthly precipitation in mm*

| Monat | SSD | SSD% | NIED |
|-----------|-----|------|------|
| Dezember | 117 | 46 | 97 |
| Januar | 110 | 43 | 97 |
| Februar | 147 | 48 | 76 |
| März | 150 | 46 | 80 |
| April | 158 | 43 | 66 |
| Mai | 167 | 43 | 107 |
| Juni | 174 | 42 | 134 |
| Juli | 194 | 45 | 148 |
| August | 182 | 48 | 155 |
| September | 188 | 54 | 95 |
| Oktober | 176 | 56 | 62 |
| November | 131 | 46 | 87 |

mindestens 5°C. Als Tage mit Schneefall zählen solche mit mindestens 0.2 mm Wasseräquivalent Niederschlag in Form von Schnee. Tage mit Schneedecke haben eine Schneehöhe von mindestens 1 cm. Bei Nebeltagen sind Tage mit Dunst nicht mitgezählt.

2.3. GEOLOGIE UND BÖDEN

Petrographisch besteht das Gebiet hauptsächlich aus Silikatgestein (v.a. Ortho- und Paragneise). Es finden sich aber auch Kalk, Dolomit und Serpentinit. Die Böden sind überwiegend flachgründig und nur gering entwickelt. Eine ausführliche Darstellung der Geologie und der Böden findet sich in CADISCH et al. (1929) und in KRAUSE (1986).

2.4. VEGETATION

Entsprechend der Höhenlage des Untersuchungsgebiets umfasst die Vegetation die subalpine, alpine und subnivale Vegetationsstufe mit subalpinen Nadelwäldern und Zergstrauchgesellschaften, intensiv genutzten Fettwiesen, Magerwiesen (Mäder), Weiden, alpinen Rasen und nicht nutzbaren alpinen und subnivalen Fels- und Schuttvegetationstypen.

Tab. 4. Synsystematische Übersicht über die Vegetationseinheiten.
Synsystematic synopsis of the vegetation units.

| Klasse | Ordnung | |
|--|--------------------------|--|
| | Verband | |
| | UV Unterverband | |
| | Assoziation/Gesellschaft | |
| | Subassoziation | |
| <i>Montio - Cardaminetea</i> Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Had. 1944 <i>Montio-Cardaminetalia</i> Pawl. 1928 | | |
| <i>Scheuchzerio - Caricetea fuscae</i> (Nordh. 1937) Tx. 1937 <i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordh. 1937 (= <i>Caricetalia fuscae</i> W. Koch 1926 em. Nordh. 1937) <i>Caricion fuscae</i> W. Koch em. Klika 1934 <i>Caricetum fuscae</i> Br.-Bl. 1915 | | |
| <i>Tofieldietalia</i> Prsg. ex Oberd. 1949 (= <i>Caricetalia davallianae</i> Br.-Bl. 1949) <i>Caricion davallianae</i> Klika 1934 <i>Caricetum davallianae</i> Dutoit 1924 | | |
| <i>Oxycoccoco - Sphagnoetea</i> Br.-Bl. et Tx. 1943 <i>Sphagnetalia magellanici</i> (Pawl. 1928) Moore (1964) 1968 <i>Sphagnion magellanici</i> (Pawl. 1928) Kästner et Flössner 1933 em. (= <i>Sphagnion fuscum</i> Br.-Bl. 1920) <i>Eriophoro-Trichophoretum caespitosi</i> (Zlatnik 1928, Rudolph et al. 1928) Rüb. 1933 em. | | |
| <i>Artemisietea</i> Lohm., Prsg. et Tx. ex Tx. 1950 <i>Artemisietalia</i> Lohm. ex Tx. 1947 em. Th. Müll. <i>Rumicion alpini</i> Klika et Had. 1944 <i>Rumicetum alpini</i> Beg. 1922 <i>Alchemillo-Deschampsietum caespitosi</i> Dietl 1972 | | |
| <i>Thlaspietea rotundifoliae</i> Br.-Bl. et al. 1947 <i>Thlaspietalia rotundifolii</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Thlaspion rotundifolii</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Androsacetalia alpinae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Androsacion alpinae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | |
| <i>Salicetea herbaceae</i> Br.-Bl. et al. 1947 <i>Salicetalia herbaceae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Salicion herbaceae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Salicetum herbaceae</i> Br.-Bl. 1913 <i>Hygrocurvuletum</i> Br.-Bl. 1913 <i>Luzuletum spadiceae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Polytrichetum sexangularis</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | |
| <i>Arabidetalia coeruleae</i> Rüb. 1933 <i>Arabidion coeruleae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Arabidetum coeruleae</i> Br.-Bl. 1918 | | |
| <i>Caricetea curvulae</i> Br.-Bl. 1948 <i>Caricetalia curvulae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 <i>Caricion curvulae</i> Br.-Bl. 1925 <i>Caricetum curvulae</i> (Kerner 1863 p. 273) Brockm.-Jer. 1907 <i>Caricetum curvulae gentianetosum</i> Br.-Bl. 1969 <i>Festucetum halleri</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | |

Tab. 4. (Forts.- *continued*)

| Klasse | Ordnung | Verband | UV Unterverband | Assoziation/Gesellschaft | Subassoziation |
|---|---------|---------|-----------------|--------------------------|----------------|
| | | | | | |
| <i>Elyno - S es l e r i e t e a</i> Br.-Bl. 1948 | | | | | |
| <i>Sesleretalia coeruleae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | | | | |
| <i>Seslerion coeruleae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | | | | |
| <i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i> Beg. 1922 em. Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | | | | |
| (= <i>Seslerio-Semperviretum</i> Beg. 1922 em. Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926) | | | | | |
| <i>Caricetum firmae</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | | | | |
| <i>Caricion ferruginea</i> Br.-Bl. 1931 | | | | | |
| <i>Caricetum ferruginea</i> (Stebler et Schröter) Lüdi 1921 | | | | | |
| <i>Festuco violaceae-Trifolietum thalii</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 | | | | | |
| <i>Elynetalia</i> Oberd. 1957 | | | | | |
| <i>Elynion</i> Gams 1936 | | | | | |
| <i>Elynetum</i> (Brockm.-Jer. 1907) Br.-Bl. 1913 | | | | | |
| <i>Nardo - C all u n e t e a</i> Prsg. 1949 | | | | | |
| <i>Nardetalia</i> Oberd. 1949 em. Prsg. 1949 | | | | | |
| <i>Eu-Nardion</i> Oberd. 1949; | | | | | |
| (= <i>Nardion</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926;) | | | | | |
| <i>Aveno versicoloris-Nardetum</i> Oberd. (1950) 1957 | | | | | |
| <i>Curvulo-Nardetum</i> Oberd. 1959; (= "Carex curvula Form des Aveno-Nardetum" Oberd. (1950) 1957" Oberd. 1983, Pflanzenoz. Exkursionsflora) | | | | | |
| <i>Molinio - A rr h e n a t h e r e t e a</i> Tx. 1937 | | | | | |
| <i>Molinetalia caeruleae</i> W. Koch 1926 | | | | | |
| <i>Calthion</i> Tx. 1937 | | | | | |
| <i>Polygono-Ranunculetum aconitifolii</i> Kuoch 1964 | | | | | |
| <i>Arrhenatheretalia</i> Pawl. 1928 | | | | | |
| <i>Polygono-Trisetion</i> Br.-Bl. et Tx. ex Marsch. 1947 n. inv. Tx. et Prsg. 1951 | | | | | |
| <i>Ranunculus aconitifolius-Trisetum flavescens</i> -Gesellschaft (Hundt 1985) | | | | | |
| "Typische" <i>Trisetum flavescens</i> -Gesellschaft (Hundt 1985) | | | | | |
| <i>Campanula scheuchzeri-Trisetum flavescens</i> -Gesellschaft (Hundt 1985) | | | | | |
| <i>Ligusticum mutellina-Festuca violacea</i> -Gesellschaft (Zumbühl 1983) | | | | | |
| <i>Poion alpinae</i> Oberd. 1950 | | | | | |
| <i>Betulo - A d e n o s t y l e t e a</i> Br.-Bl. et Tx. 1943 | | | | | |
| <i>Adenostyletalia</i> G. et J. Br.-Bl. 1931 | | | | | |
| <i>Adenostylium alliariae</i> Br.-Bl. 1925 | | | | | |
| <i>Cicerbitetum alpinae</i> Beg. 1922 | | | | | |
| (= <i>Adenostylo-Cicerbitetum</i> Br.-Bl. 1950) | | | | | |
| <i>Alnetum viridis</i> (Rüb.) Br.-Bl. 1918 | | | | | |
| <i>Calamgrostio variae-Piceetum</i> Burger 1982 | | | | | |
| <i>Betula hybrida-Sorbus aucuparius</i> -Bestände (Zumbühl 1986) | | | | | |

Tab. 4 (Forts.- *continued*)

| Klasse | Ordnung |
|---|---|
| | Verband |
| | UV Unterverband |
| | Assoziation/Gesellschaft |
| | Subassoziation |
| <i>Erico-Pinetea</i> | Horvat 1959 |
| <i>Erico-Pinetalia</i> | Horvat 1959 |
| | <i>Erico-Pinion</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et al. 1939 |
| | <i>Erico-Pinetum montanae</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| <i>Vaccinio-Piceetea</i> | Br.-Bl. ex Br.-Bl. et al. 1939 |
| | <i>Vaccinio-Piceetalia</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et al. 1939 |
| | <i>Vaccinio-Piceion</i> Br.-Bl. 1938 |
| | <i>UVEu-Vaccinio-Piceion</i> Oberd. 57 |
| | <i>Melico-Piceetum</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| | <i>Veronico latifoliae-Piceetum</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| | <i>Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosoae</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| | <i>Sphagno-Piceetum adenostyletosum alliariae</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| | <i>Larici-Piceetum</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| | <i>Sphagno-Pinetum montanae</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| UV | <i>Rhododendro-Vaccinion</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 |
| | <i>Larici-Pinetum cembrae</i> Ellenb. et Klötzli 1972 |
| | <i>Rhododendro-Vaccinietum</i> Palm. et Haffter 1933 |
| | <i>Empetrio-Vaccinietum</i> Palm. et Haffter 1933 |
| | <i>Empetrio-Vaccinietum cetrarietosum</i> Kuoch 1970 |
| | <i>Calamagrostietum villosoae</i> Szafer, Pawl. et Kulczynski 1923 |
| | <i>Junipero-Arctostaphyletum</i> Hafter 1939 mss. ex Br.-Bl. et al. 1939 |
| | <i>Junipero-Arctostaphyletum juniperetosum</i> Kuoch 1970 |
| | <i>Junipero-Arctostaphyletum callunetosum</i> Kuoch 1970 |
| | <i>Junipero-Arctostaphyletum alectorietosum</i> Kuoch 1970 |
| | <i>Cetrario-Loiseleurietum</i> Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 |
| Abkürzungen | |
| em. | emendiert (verbessert, begrifflich erweitert oder eingeeengt) |
| et | (lat.) und |
| et al. | (lat.) und andere |
| ex. | (lat.) aus |
| mss. | Manuskripte |
| n. inv. | nomen inversum (lat.) Reihenfolge der ursprünglichen Schreibweise umgestellt. |
| Autoren: Beg.: Beger; Br.-Bl.: Braun-Blanquet; Brockm.-Jer.: Brockmann-Jerosch; Ellenb.: Ellenberg; Had.: Hadac; Lohm.: Lohmeyer; Marsch.: Marschall; Nordh.: Nordhagen; Oberd.: Oberdorfer; Palm.: Pallmann; Pawl.: Pawłowski; Prsg.: Preising; Rüb.: Rübel; Th.Müll.: Theo Müller; Tx.: Tüxen. | |

2.4.1. Syntaxonomische Übersicht der Vegetationseinheiten

Tab. 4 gibt eine Übersicht über die in dieser Arbeit behandelten pflanzensoziologischen Syntaxa. Ein Syntaxon ist "eine abstrakte, nach floristisch-soziologischen Kriterien definierte Vegetationseinheit irgendeiner Rangstufe ..., die im Prinzip in ein hierarchisches System einfügbar ist" (BARKMAN et al. 1986). Die Nomenklatur der Syntaxa von der Klasse bis zum Verband richtet sich nach ELLENBERG (1979), die der Wälder nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972), die Nomenklatur der subalpinen Zwergstrauchgesellschaften folgt KUOCH (1970), und die der Fettwiesen HUNDT (1985). Die Nomenklatur der sonstigen Assoziationen entspricht OBERDORFER (1983b) und BRAUN-BLANQUET (1948, 1949). Auf eine Überprüfung der Gültigkeit der Syntaxa nach dem neuen "Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur" (BARKMAN et al. 1986) wurde verzichtet. Es wurde keine Neubearbeitung des syntaxonomischen Systems vorgenommen, sondern nur eine Übersicht nach dem bestehenden System gegeben. Die Endung *-etea* bezeichnet im pflanzensoziologischen System nach BRAUN-BLANQUET (1928, 1964) eine Klasse, *-etalia* eine Ordnung, *-ion* einen Verband oder Unterverband (UV), *-etum* eine Assoziation und *-etosum* eine Subassoziation. Unter Gesellschaft wird ein rangloses Syntaxon verstanden, oder ein Vegetationstyp, dem eigene Charakterarten fehlen (OBERDORFER 1977). Eine Fazies ist ein Syntaxon mit niedrigerem Rang als die Subassoziation. Den Namen der Syntaxa sind die Autorenbezüge mit Jahreszahl angefügt. Eingeklammerte Autorenbezüge weisen auf nicht gültig veröffentlichte Taxonbeschreibungen hin. Eingeklammerte Syntaxa verweisen auf Synonyme. Die Abkürzungen der Autorennamen sind am Ende der Tabelle zu finden. Auf eine Aufnahme der Zitate in das Literaturverzeichnis wurde verzichtet. Sie sind in den gängigen Arbeiten z.B. bei OBERDORFER (1977, 1978, 1983a) oder BRAUN-BLANQUET (1948, 1949, 1964, 1969) zu finden.

2.4.2. Synoptische Gesellschaftstabelle

Aus dem Untersuchungsgebiet liegen pflanzensoziologische Aufnahmen von verschiedenen Autoren vor (KUOCH 1970, VETTERLI 1981, 1982, ZUMBÜHL 1983, HUNDT 1985). Um einen Überblick über die in dieser Arbeit simulierten Vegetationstypen zu erhalten, wurden die verschiedenen pflanzensoziologischen Tabellen zu einer Gesamttafel zusammengefasst. Die Klassifikation der Aufnahmen wurde von den jeweiligen Autoren und von ZUMBÜHL (1986)

übernommen. Vegetationstypen, die mit weniger als fünf Aufnahmen repräsentiert sind, sowie Aufnahmen, die von den ursprünglichen Bearbeitern keinem Vegetationstyp zugeordnet wurden, sind in der Tabelle nicht dargestellt. Nach dieser Auswahl der Aufnahmen umfasst die Gesamttabelle 715 Aufnahmen (164 Aufnahmen von KUOCH [1970], 98 Aufnahmen von VETTERLI [1981], 165 Aufnahmen von VETTERLI [1982], 226 Aufnahmen von ZUMBÜHL [1983] und 63 Aufnahmen von HUNDT [1985]).

Da keine einheitliche Nomenklatur für die Pflanzenarten existiert, können erhebliche Schwierigkeiten beim Zusammenfassen von Daten verschiedener Autoren auftreten, wenn zur Bestimmung der Arten unterschiedliche Floren herangezogen wurden. Die Zuordnung von Synonymen kann gelegentlich nur auf dem Umweg über eine dritte (oder vierte) Flora getroffen werden, da die Liste der Synonyme in den Floren in der Regel nicht vollständig ist. Da alle Autoren mit Ausnahme von KUOCH die Nomenklatur aus HESS et al. verwendeten, war die Zuordnung einfach. In der Gesamttabelle wurden in einigen Fällen die Kleinarten zu Sammelarten zusammengefasst und mit dem Zusatz s.l. (*sensu lato*) versehen.

Die Anordnung und Klassifikation der Arten beruht auf einer multivariaten Analyse der Gesamttabelle. Bei dieser Analyse müssen verschiedene Methoden und Optionen wie Variablenauswahl, Datentransformation, Wahl eines Distanzmaßes und einer Klassifikationsmethode gewählt werden. Im folgenden wird der Gang der Analyse beschrieben, ohne jedoch ausführlich auf die einzelnen Methoden einzugehen. Hierzu sei auf die einschlägige Literatur verwiesen. Ausführliche Darstellungen der multivariaten Methoden in der Ökologie finden sich in FISCHER und BEMMERLEIN (1988, 1989), GAUCH (1982), GREEN (1979), GREIG-SMITH (1957, 1983), JONGMAN et al. (1987), KERSHAW und LOONEY (1985), KREBS (1989), LEGENDRE et al. (1983), MUELLER-DOMBOIS und ELLENBERG (1974), ORLOCI (1978), ORLOCI und KENKEL (1985), PIELOU (1977, 1984), SHIMWELL (1971), WHITTAKER (1975), WILDI (1986) u.a. Die Analysen wurden mit den Programmen TRAFOA, ZEIWERT, SPESEQ und PRIMULA aus dem Pflanzensoziologischen Programmsystem (BEMMERLEIN und FISCHER 1985) und mit den Programmen INIT, EDDA, EDGR, DIAN, RESE, CLTR und TABS aus dem Programm-paket MULVA-4 (WILDI und ORLOCI 1990) ausgeführt. Die Beschreibung der aktuellen Version des Pflanzensoziologischen Programmsystems ist beim zweiten Autor erhältlich.

Im ersten Schritt der Analyse müssen die Gewichte für die Schätzklassen der Artmächtigkeiten (Mengen der Arten) festgelegt werden. Die Daten liegen als

visuelle Schätzungen der Artmächtigkeiten in einer Ordinalskala vor. Die benutzte Gewichtung der Schätzklassen beruht auf einem Histogramm-ausgleich. Dieses in der digitalen Bildverarbeitung zur Kontrastoptimierung eingesetzte Verfahren basiert auf der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Schätzklassen im Datensatz. Das Gewicht der Schätzklasse ist proportional zur kumulativen Häufigkeit der Schätzklasse:

$$Gew_k = \frac{\sum_{i=1}^k f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

Gew_k Gewicht der k-ten Schätzklasse
f_i Absolute Häufigkeit der i-ten Schätzklasse
n Anzahl der Schätzklassen

Diese Transformation differenziert besonders stark zwischen den Artmächtigkeitswerten, die im Datensatz besonders häufig vorkommen und passt sich damit der Gesamtstruktur der Daten an.

Als nächster Schritt wurden die für die gegebene Klassifikation differenzierenden Arten mittels "Jancey's F-rank" Methode (JANCEY 1979, WILDI 1986) ermittelt. 321 Arten (von 418) mit einem F-Wert grösser als 2 wurden als Differentialarten weiter bearbeitet.

Ziel der Artklassifikation ist es, das Artverhalten in bezug auf die gegebene Aufnahmenklassifikation darzustellen. Zur Klassifikation der Arten wurde daher eine Stetigkeitstabelle benutzt, die die relative Häufigkeit des Vorkommens der Arten in den verschiedenen Gesellschaften darstellt. Die Analyse ist dadurch von der Klassifikation der Aufnahmen abhängig. Um das Gewicht hoher Stetigkeiten zu reduzieren, wurden die Stetigkeiten logarithmisch transformiert ($\log(x+1)$). Sodann wurde eine Distanzmatrix mit dem Ähnlichkeitsmass 'Sehnendistanz' (chord distance) berechnet und diese mit der Klassifikationsmethode nach WARD (1963) analysiert. Diese Methode erzeugt eine Klassifikation so, dass die Quadratsummen der Abstände innerhalb der Gruppen minimiert und die Quadratsummen der Abstände zwischen den Gruppen maximiert ist. Für die Anzahl der zu bildenden Artgruppen gibt es kein verbindliches Kriterium. Nach WILDI (1989) sollte sie etwa das 2- bis 5-fache der Anzahl der Aufnahmegruppen betragen. Es wurden 80 Artgruppen gebildet.

Die Reihenfolge der Artgruppen und die Reihenfolge der Arten innerhalb der Gruppen ist durch die Analyse bis jetzt noch nicht festgelegt, da das Dendrogramm wie ein Mobile um die Fusionsachsen gedreht werden kann. Die Reihenfolge der Artgruppen wird im folgenden so festgelegt, dass die Arten, die hauptsächlich links in der Tabelle vorkommen, oben in der Tabelle stehen. Die Tabelle erhält so eine Diagonalstruktur. Diese Reihenfolge wurde mit dem Programm SPESEQ festgelegt, das für jede Artgruppe den Schwerpunkt in der Horizontalen der Tabelle berechnet. Die Gruppen werden dann nach ihrem Schwerpunkt sortiert:

$$SP = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m (Ste(i,k) \cdot k)}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m Ste(i,k)}$$

| | |
|----------|--|
| SP | Schwerpunkt einer Artgruppe |
| i | i-te Art der Artgruppe |
| n | Anzahl der Arten in der Artgruppe |
| k | k-te Aufnahmegruppe in der Tabelle |
| m | Anzahl der Aufnahmegruppen in der Tabelle |
| Ste(i,k) | Stetigkeit der i-ten Art in der k-ten Aufnahmegruppe |

Als letzter Schritt wurden noch die Arten innerhalb einer Artgruppe nach ihrer Stetigkeit (= Häufigkeit in der gesamten Tabelle) sortiert. Die Begleiter (nicht differenzierende Arten) sind alphabetisch sortiert.

Die so redigierte Tabelle wurde dann mit dem Programm PRIMULA ausgedruckt. In der neuesten Version dieses Programms ist es möglich, sehr grosse Tabellen in kompakter, übersichtlicher Form auf einem PostScript®-Drucker graphisch darzustellen. Jede Aufnahme ist durch einen schmalen, senkrechten Streifen dargestellt, der entsprechend der Artmächtigkeit mehr oder weniger schwarz eingefärbt ist. Die Grenzen zwischen den Vegetationstypen sind als durchgezogene senkrechte Striche dargestellt. Diese Darstellung hat den Vorteil, dass Tabellen mit mehreren hundert Aufnahmeflächen auf der Breite einer DIN A4 Seite im Querformat untergebracht werden können. Im Gegensatz zu der üblichen Darstellung als Stetigkeitstabelle (z.B. in OBERDORFER 1977, 1978 und 1983a) sind die Informationen über die einzelnen Aufnahmeflächen in der Darstellung erhalten geblieben. Die Information über die

Tab. 5. Ablauf der Artenklassifikation.
Procedure of the species classification.

| Programm | Methode |
|------------|--|
| TRAFOA | Teiltabellen zusammenfassen |
| ZEIWERT | Kontrolle der Artnamen |
| TRAFOA | z.T. Kleinarten zusammenfassen |
| EDGR | Klassifikation der Aufnahmen nach Literaturangaben; Vegetationstypen mit weniger als 5 Aufnahmen und nicht klassifizierte Aufnahmen löschen. |
| DIAN | Artenauswahl: Jancey's F-rank |
| EDDA | Arten mit F-Wert <2 löschen |
| TABS | Erstellen einer Stetigkeitstabelle |
| INIT | Transformation der Stetigkeiten: $x' = \log(x+1)$ |
| RESE, CLTR | Klassifikation der Arten aufgrund der Sehnendistanz mit der Klassifikationsmethode nach WARD (1963). |
| SPESEQ | Reihenfolge der Artgruppen bestimmen |
| EDGR | Reihenfolge der Arten innerhalb der Artgruppen festlegen |
| PRIMULA | Tabellenausdruck |

Stetigkeiten der Arten, die Artmächtigkeiten und deren Variabilität in den verschiedenen Gesellschaften ist durch die Anzahl der senkrechten Striche und deren Graufärbung leicht zu erkennen. Die Breite der Spalte in der Tabelle, die einem Vegetationstypen zugeordnet ist, zeigt die Menge des vorliegenden Datenmaterials.

Tab. 6. Vegetationstabelle Davos. - *Vegetation table Davos*.

Die Gruppennummern beziehen sich auf die Kartiereinheiten im MaB-Projekt, die Buchstaben auf die Kartiereinheitengruppen (vgl. Kap. 3.2). Mit / getrennte Syntaxa bezeichnen Übergänge zwischen diesen Einheiten.

Group numbers refer to the mapping units in the MaB project, letters indicate mapping unit groups (see chapter 3.2). Syntaxa separated by / indicate transitions.

B: Subalpine Zwergstrauchgesellschaften - *subalpine dwarf-shrub vegetation*.

16: *Rhododendro-Vaccinietum*

17: *Empetrio-Vaccinietum*

18: *Calamagrostietum villosoe*

19: *Juniperio-Arctostaphyletum juniperetosum*

20: *Juniperio-Arctostaphyletum callunetosum*

21: Flechtenheiden (*Cetrario-Loiseleuretum*, *Empetrio-Vaccinietum cetrarietosum*,
Juniperio-Arctostaphyletum alectorietosum)

D: Fettwiesen - *rich hay meadows (Polygono-Trisetion)*

28: "Typische" *Trisetum flavescentia*-Gesellschaft

30: *Campanula scheuchzeri-Trisetum flavescentia*-Gesellschaft

32: *Ligisticum mutellina-Festuca violacea*-Gesellschaft

E: Magerwiesen (Mähder) - *poor hay meadows*

33: *Eu-Nardion* saurer, nährstoffärmer Standorte

34: *Eu-Nardion* saurer, wechseltrockener Standorte

35: *Eu-Nardion/Seslerion coeruleae/Caricion ferrugineae*

36: *Caricion ferrugineae/Seslerion coeruleae*

37: *Polygono-Trisetion/Caricion ferrugineae*

F: Weiden - *pastures*

39: *Poion alpinæ* höherer Lagen

42: *Eu-Nardion* tieferer Lagen

43: *Eu-Nardion* höherer Lagen

G: Alpine Rasen auf Silikatgestein - *Alpine mats on silicate*

44: *Curvulo-Nardetum/Caricetum curvulae gentianetosum/Festucetum halleri*

45: *Caricetum curvulae*

46: *Salicion herbaceae* (*Salicetum hebaceae*, *Hygrocurvuletum*, *Luzuletum spadiceae*,
Polytrichetum sexangularis)

47: *Festuco violacea-Trifolietum thalli*

48: *Aveno-Nardetum/Festucetum halleri*

H: Alpine Rasen auf Dolomit - *Alpine mats on limestone*

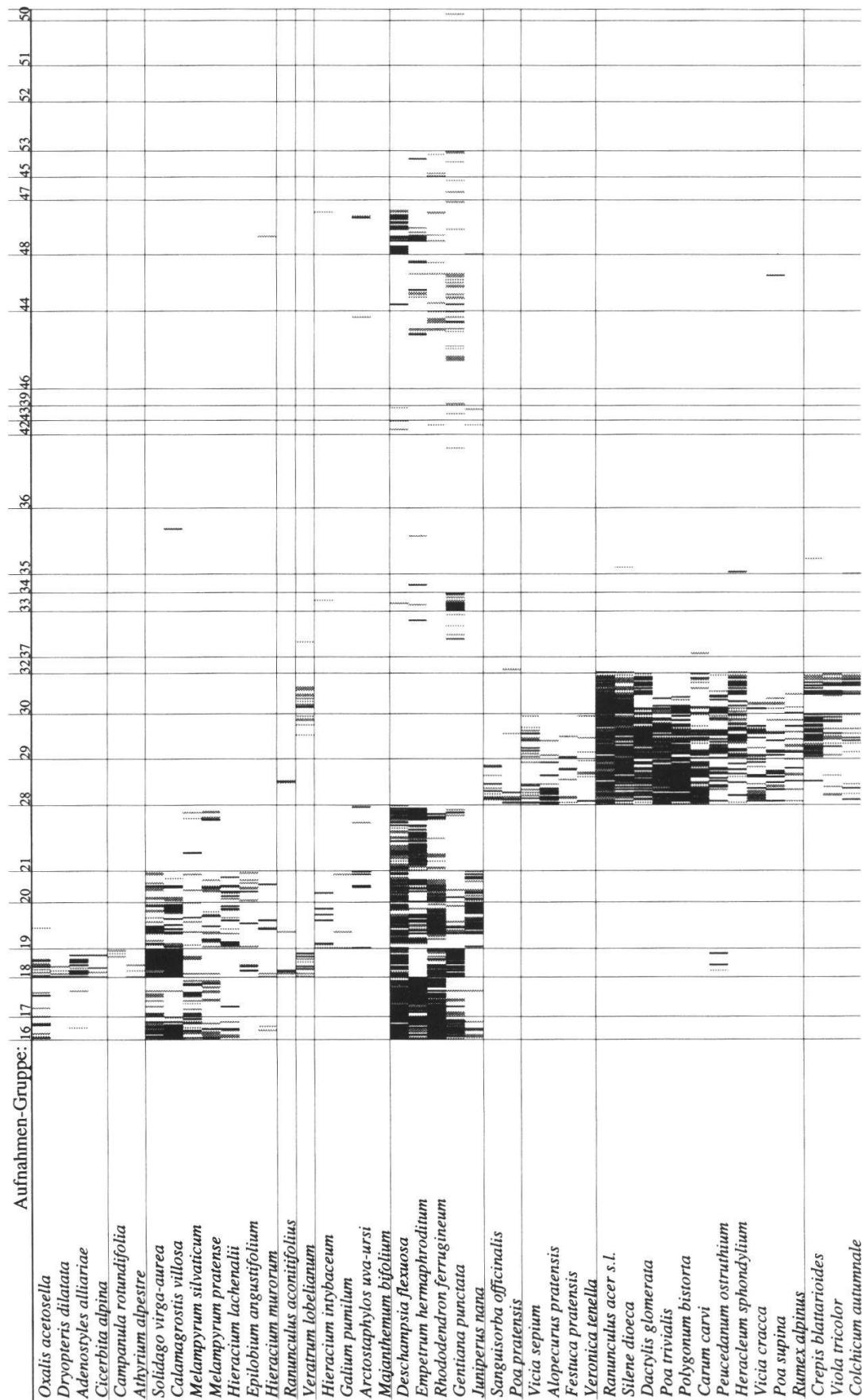
50: *Seslerion coeruleae/Poion alpinæ*

51: *Seslerion coeruleae* v.a. *Seslerio-Caricetum sempervirens*

52: *Seslerion coeruleae* z.T. *Caricetum firmae*

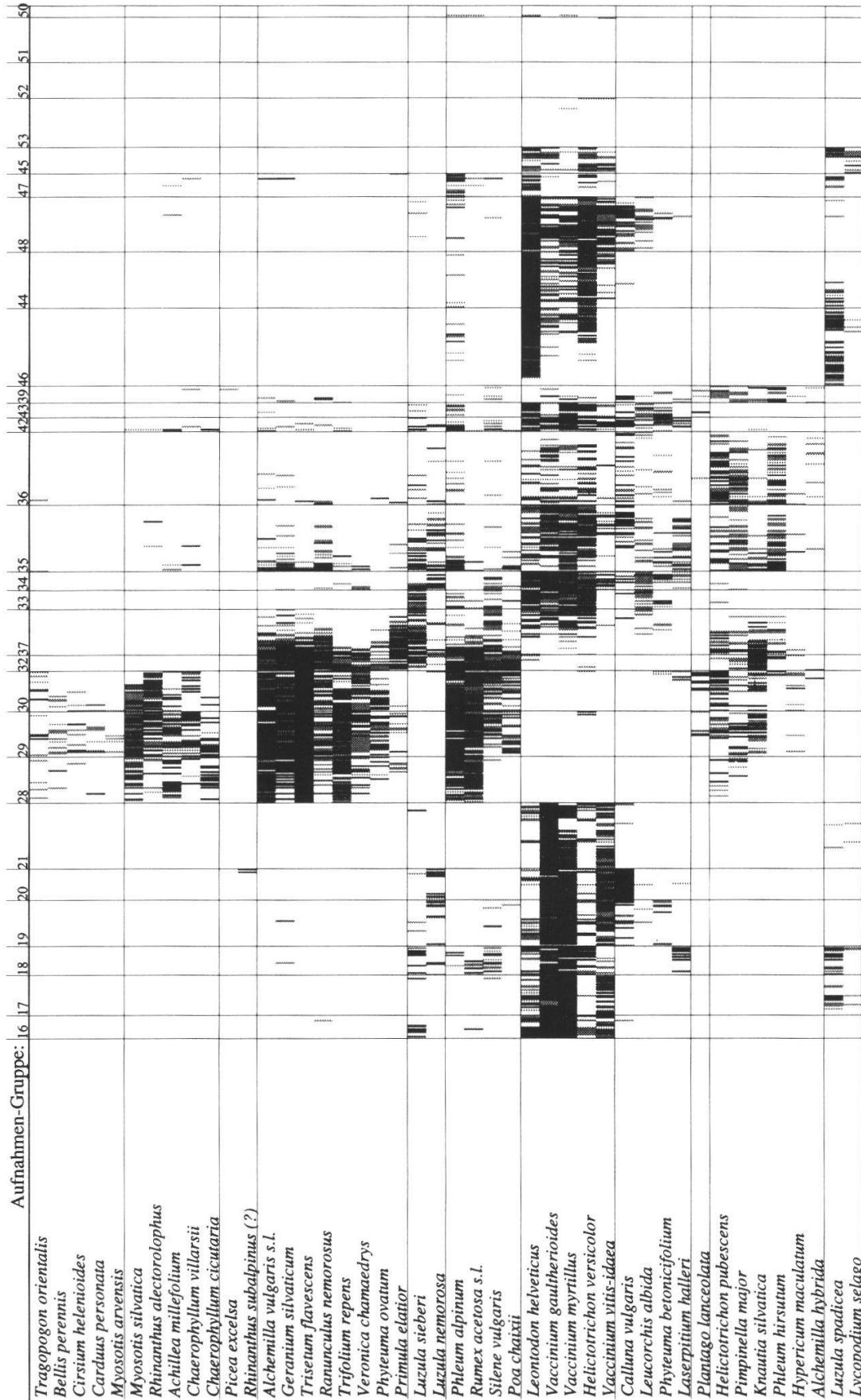
53: *Arabidion coeruleae*

Tab. 6. (Forts. - contin.)



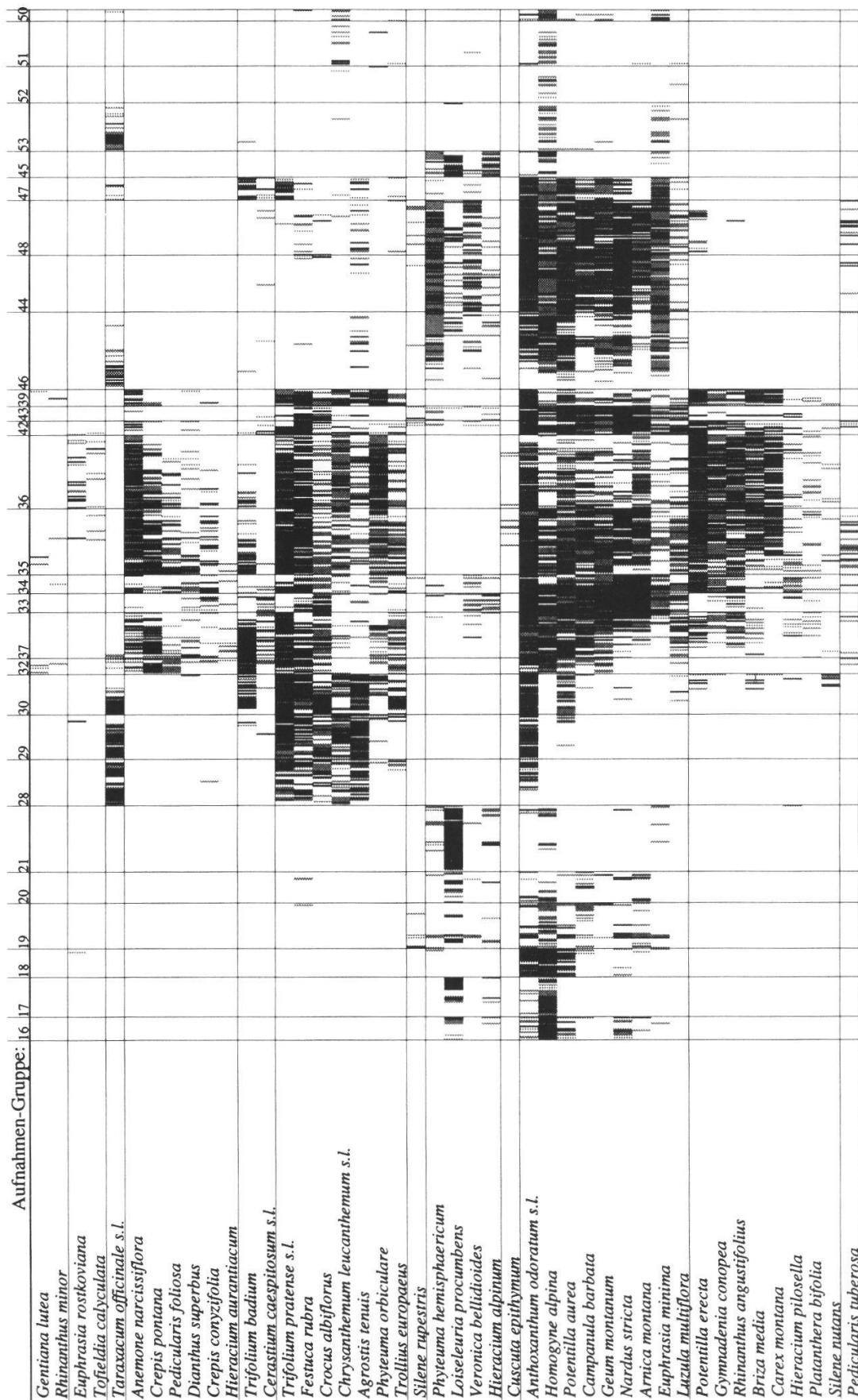
Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 2



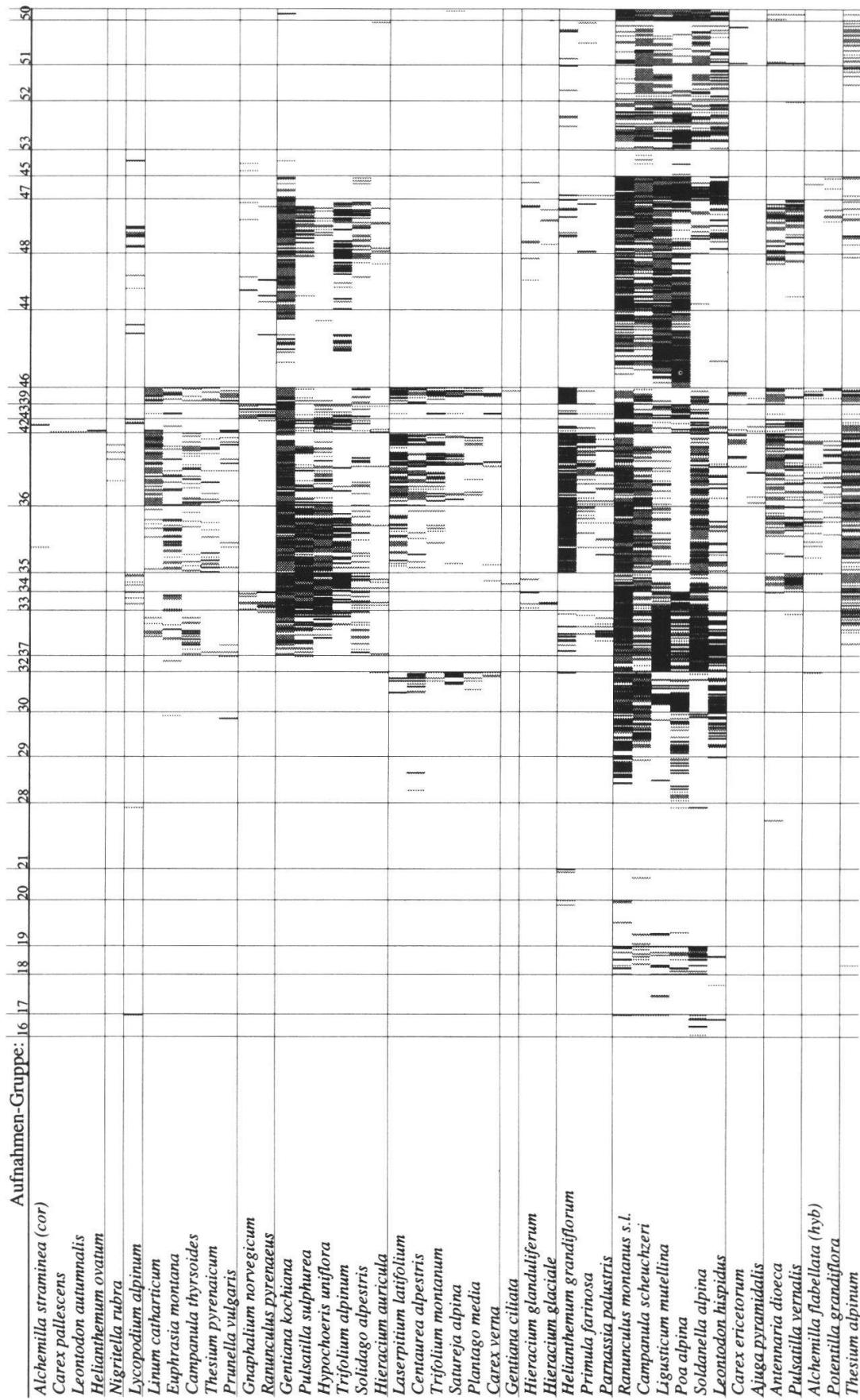
Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 3



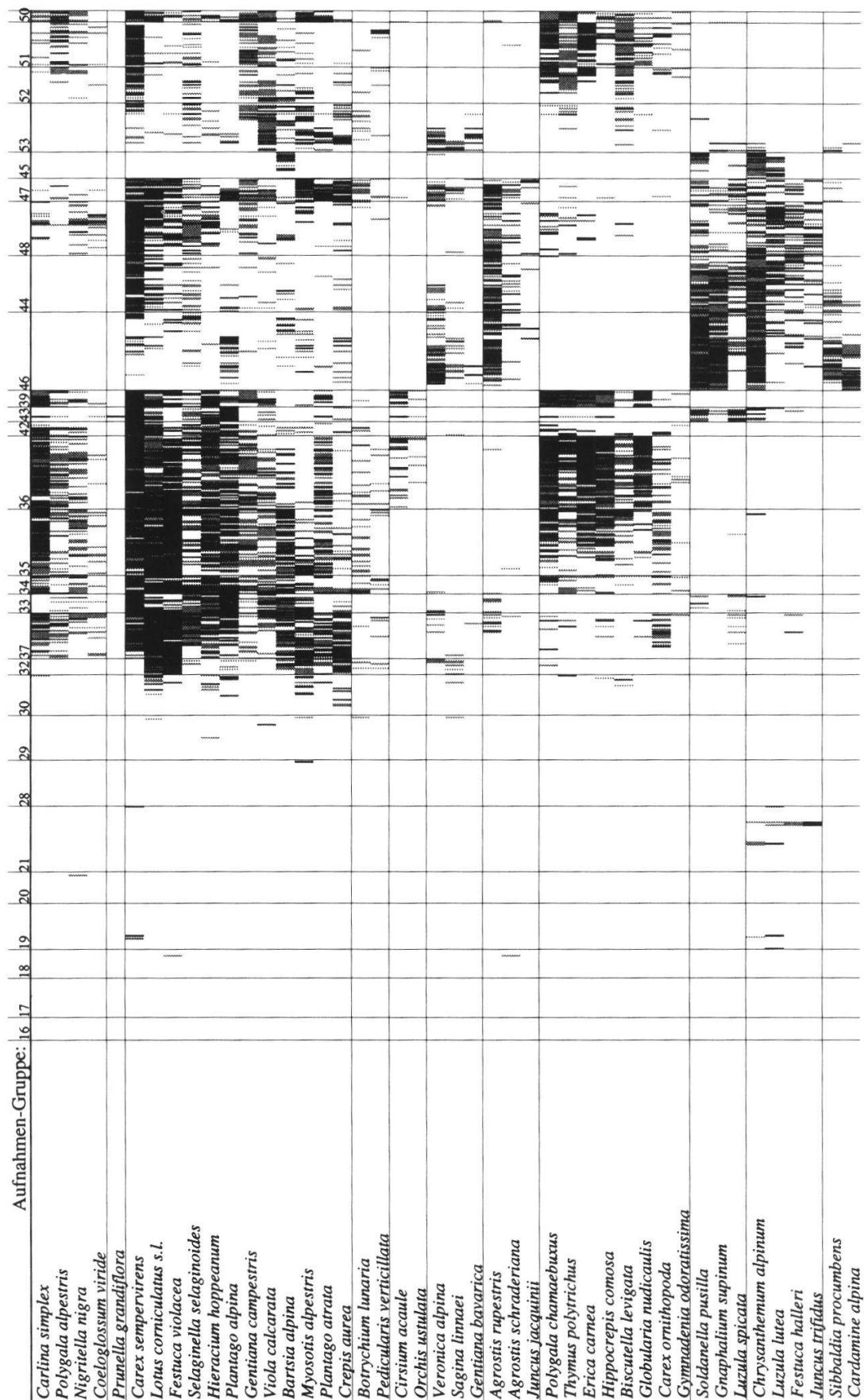
Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 4



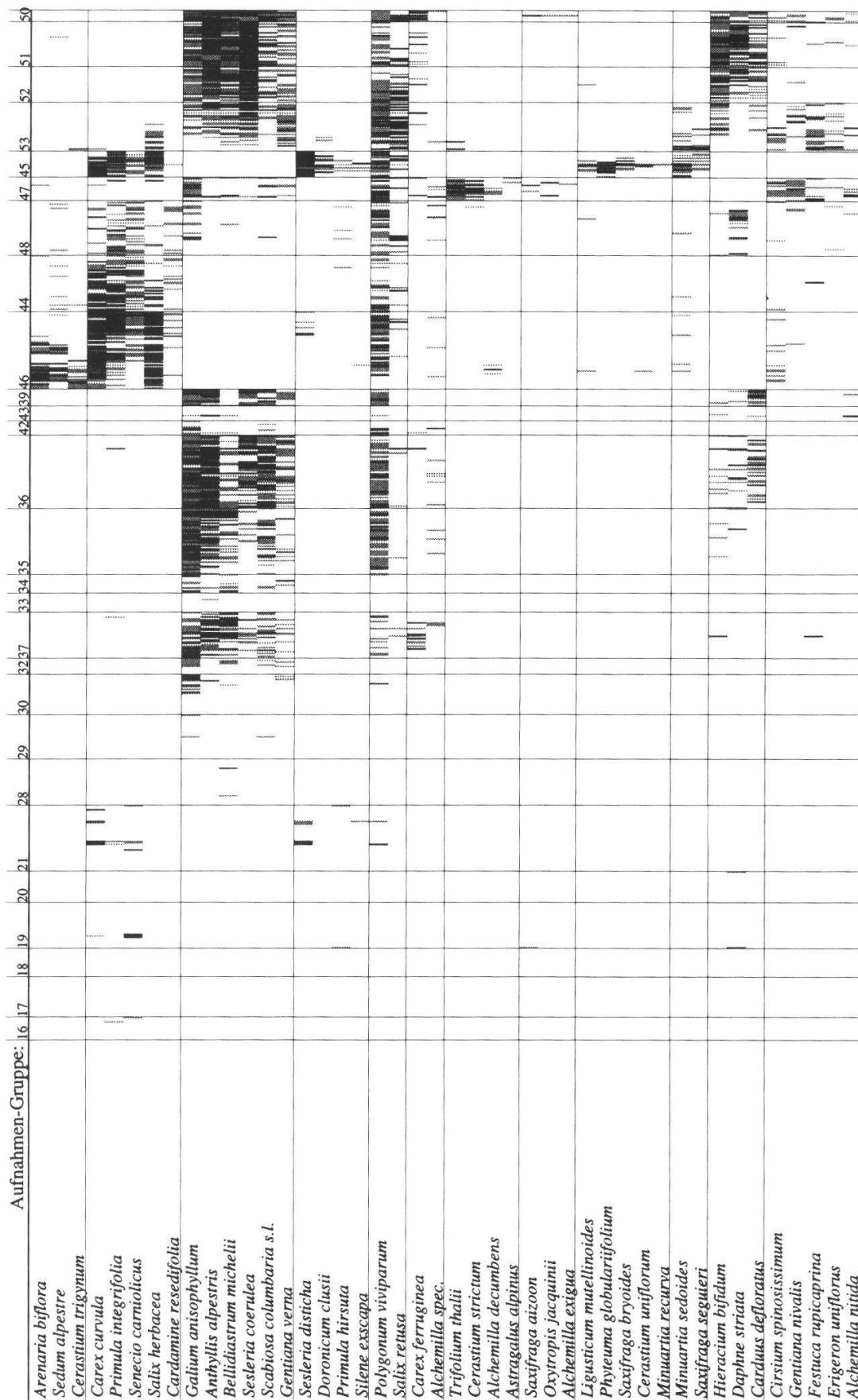
Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 5



Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 6



Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 7

Aufnahmen-Gruppe: 16 17 18 19 20 21 28 29 30 32 37 33 34 35 36 38 42 43 39 46 47 45 53 51

- Veronica fruticans*
- Salix reticulata*
- Festuca pulchella*
- Achillea atrata*
- Moehringia ciliata*
- Arabis coerulea*
- Cerastium latifolium*
- Saxifraga oppositifolia*
- Poa minor*
- Agrostis alpina*
- Elyna myosuroides*
- Gnaphalium hoppeanum*
- Salix serpyllifolia*
- Saxifraga caesia*
- Crepis jacquinii*
- Campanula cochlearifolia*
- Huochinisia alpina*
- Ranunculus alpestris*
- Arabis pumila*
- Saxifraga aizoides*
- Leontodon montanus*
- Pinguicula alpina*
- Saxifraga moschata*
- Carex parviflora*
- Potentilla dubia*
- Festuca pumila*
- Androsace chamaejasme*
- Dryas octopetala*
- Minuartia verna*
- Silene acaulis*
- Silene willdenowii*
- Euphrasia salisburgensis*
- Veronica aphylla*
- Hieracium villosulum*
- Senecio doronicum*
- Leontopodium alpinum*
- Globularia cordifolia*
- Aster alpinus*
- Carex mucronata*
- Chrysanthemum halleri*
- Carex firma*
- Helianthemum alpestre*

Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 8

| | Aufnahmen-Gruppe: |
|----------------------------------|-------------------|
| <i>Gentiana clusii</i> | 42432946 |
| <i>Draba aizoides</i> | 50 |
| <i>Sedum atratum</i> | 51 |
| <i>Carex ornithopodioides</i> | 52 |
| <i>Primula auricula</i> | 53 |
| <i>Leontodon incanus</i> | 47 |
| <i>Carex rupicola</i> | 45 |
| <i>Carex capillaris</i> | 44 |
| <i>Potentilla crantzii</i> | 43 |
| <i>Draba dubia</i> | 42 |
| <i>Sempervivum alpinum</i> | 36 |
| <i>Cerastium alpinum</i> | 35 |
| <i>Erigeron polymorphus</i> | 34 |
| <i>Erigeron polymorphus</i> | 33 |
| <i>Aconitum compactum</i> | 32 |
| <i>Aconitum vulparia</i> | 31 |
| <i>Agropyron repens</i> | 30 |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | 29 |
| <i>Ajuga reptans</i> | 28 |
| <i>Alchemilla fissa</i> | 27 |
| <i>Alchemilla undulata (dec)</i> | 26 |
| <i>Androsace obtusifolia</i> | 25 |
| <i>Androsace alpina</i> | 24 |
| <i>Antennaria carpatica</i> | 23 |
| <i>Arabis alpina</i> | 22 |
| <i>Arctostaphylos alpina</i> | 21 |
| <i>Bupleurum stellatum</i> | 20 |
| <i>Calamagrostis varia</i> | 19 |
| <i>Cardamine amara</i> | 18 |
| <i>Carduus carlinaeefolius</i> | 17 |
| <i>Carex altrata</i> | 16 |
| <i>Carex brunneoscens</i> | 15 |
| <i>Carex digitata</i> | 14 |
| <i>Carex foetida</i> | 13 |
| <i>Carex fusca</i> | 12 |
| <i>Carex lachnali</i> | 11 |
| <i>Carex leporina</i> | 10 |
| <i>Centaurea nervosa</i> | 9 |
| <i>Chaerophyllum aureum</i> | 8 |
| <i>Chamorchis alpina</i> | 7 |
| <i>Cirsium oleraceum</i> | 6 |
| <i>Crepis tenuigouensis</i> | 5 |
| <i>Cystopteris fragilis</i> | 4 |

Tab. 6. (Forts. - contin.)

| | Aufnahmen-Gruppe: |
|----------------------------------|-------------------|
| <i>Daucus carota</i> | 16 |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | 17 |
| <i>Doronicum grandiflorum</i> | 18 |
| <i>Draba carinthiaca</i> | 19 |
| <i>Draba fladnizensis</i> | 20 |
| <i>Erigeron neglectus</i> | 21 |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 22 |
| <i>Festuca spec.</i> | 23 |
| <i>Gentiana brachyphylla</i> | 24 |
| <i>Gentiana tenella</i> | 25 |
| <i>Gentiana utriculosa</i> | 26 |
| <i>Geum rivale</i> | 27 |
| <i>Globularia elongata</i> | 28 |
| <i>Gnaphalium siloticum</i> | 29 |
| <i>Hieracium humile</i> | 30 |
| <i>Hieracium piloselloides</i> | 31 |
| <i>Juncus triglumis</i> | 32 |
| <i>Juniperus communis</i> | 33 |
| <i>Knautia arvensis</i> | 34 |
| <i>Koeleria pyramidata</i> | 35 |
| <i>Larix decidua</i> | 36 |
| <i>Lathyrus pratensis s.l.</i> | 37 |
| <i>Linaria alpina</i> | 38 |
| <i>Listera ovata</i> | 39 |
| <i>Lloydia serotina</i> | 40 |
| <i>Lonicera caerulea</i> | 41 |
| <i>Lonicera nigra</i> | 42 |
| <i>Lotus uliginosus</i> | 43 |
| <i>Lucula sudetica</i> | 44 |
| <i>Lycopodium annotinum</i> | 45 |
| <i>Medicago falcata</i> | 46 |
| <i>Medicago lupulina</i> | 47 |
| <i>Molinia caerulea</i> | 48 |
| <i>Myosotis nemorosa</i> | 49 |
| <i>Orchis globosa</i> | 50 |
| <i>Orchis latifolia</i> | 51 |
| <i>Orchis maculata</i> | 52 |
| <i>Paradisia liliastrum</i> | 53 |
| <i>Pedicularis recutita</i> | 54 |
| <i>Petasites paradoxus</i> | 55 |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | 56 |
| <i>Pinus cembra</i> | 57 |
| <i>Poa hybrida</i> | 58 |
| <i>Polygonatum verticillatum</i> | 59 |

Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 10

| | Aufnahmen-Gruppe: |
|-----------------------------------|-------------------|
| <i>Primula veris</i> | 16 |
| <i>Pyrola minor</i> | 17 |
| <i>Ranunculus glacialis</i> | 18 |
| <i>Rosa pendulina</i> | 19 |
| <i>Rumex nivalis</i> | 20 |
| <i>Salix hastata</i> | 21 |
| <i>Saxifraga androsacea</i> | 22 |
| <i>Saxifraga aphylla</i> | 23 |
| <i>Saxifraga exarata</i> | 24 |
| <i>Saxifraga muscoidea</i> | 25 |
| <i>Saxifraga stellaris</i> | 26 |
| <i>Sempervivum montanum</i> | 27 |
| <i>Senecio fuchsii</i> | 28 |
| <i>Sieboldia decumbens</i> | 29 |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | 30 |
| <i>Thalictrum aquilegiifolium</i> | 31 |
| <i>Thlaspi alpestre</i> | 32 |
| <i>Thymus serpyllum</i> | 33 |
| <i>Tozzia alpina</i> | 34 |
| <i>Tussilago farfara</i> | 35 |
| <i>Veronica officinalis</i> | 36 |
| <i>Viola biflora</i> | 37 |
| | 38 |
| | 39 |
| | 40 |
| | 41 |
| | 42 |
| | 43 |
| | 44 |
| | 45 |
| | 46 |
| | 47 |
| | 48 |
| | 49 |
| | 50 |