**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: 20.11.2025** 

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

# 2. DAS TESTGEBIET DAVOS

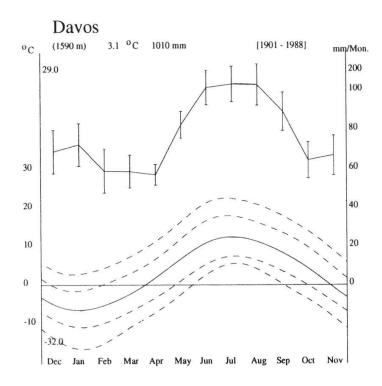
## 2.1. GEOGRAPHISCHE LAGE

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.

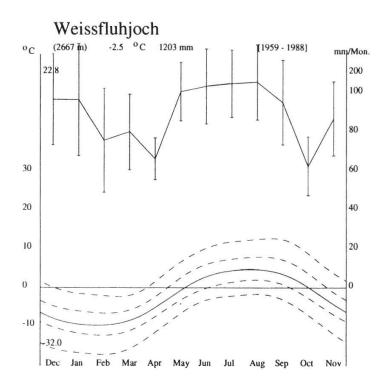
## 2.2. KLIMA

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 (Tagestiefsttemperatur 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 Jahrestemperatur ist der Mittelwert der ungeglätteten, mittleren Tagestemperaturen. Frosttage bzw. Eistage sind Tage, deren Tagestiefst- respektive Tageshöchsttemperatur 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 Zwergstrauchgesellschaften, intensiv genutzten Fettwiesen, Magerwiesen (Mäder), Weiden, alpinen Rasen und nicht nutzbaren alpinen und subnivalen Fels- und Schuttvegetationstypen.

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

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

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

```
Klasse
     Ordnung
           Verband
           UV Unterverband
                Assoziation/Gesellschaft
                      Subassoziation
Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948
     Sesleretalia coeruleae Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926
           Seslerion coeruleae Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926
                Seslerio-Caricetum sempervirentis Beg. 1922 em. Br.-Bl. ex Br.-Bl. et
                Jenny 1926
                (= Seslerio-Semperviretum Beg. 1922 em. Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny
                1926)
                Caricetum firmae Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926
           Caricion ferrugineae Br.-Bl. 1931
                Caricetum ferrugineae (Stebler et Schröter) Lüdi 1921
                Festuco violaceae-Trifolietum thalii Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926
     Elynetalia Oberd. 1957
           Elynion Gams 1936
                Elynetum (Brockm.-Jer. 1907) Br.-Bl. 1913
Nardo-Callunetea Prsg. 1949
     Nardetalia Oberd. 1949 em. Prsg. 1949
           Eu-Nardion Oberd. 1949;
          (= Nardion Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926;)
                Aveno versicoloris-Nardetum Oberd. (1950) 1957
                Curvulo-Nardetum Oberd. 1959; (= "Carex curvula Form des Aveno-
                Nardetum Oberd. (1950) 1957" Oberd. 1983, Pflanzensoz. Exkursions-
                flora)
Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937
     Molinetalia caeruleae W. Koch 1926
           Calthion Tx. 1937
                Polygono-Ranunculetum aconitifolii Kuoch 1964
     Arrhenatheretalia Pawl. 1928
           Polygono-Trisetion Br.-Bl. et Tx. ex Marsch. 1947 n. inv. Tx. et Prsg. 1951
                Ranunculus aconitifolius-Trisetum flavescens-Gesellschaft (Hundt
                "Typische" Trisetum flavescens-Gesellschaft (Hundt 1985)
                Campanula scheuchzeri-Trisetum flavescens-Gesellschaft (Hundt
                Ligusticum mutellina-Festuca violacea-Gesellschaft (Zumbühl 1983)
           Poion alpinae Oberd. 1950
Betulo-Adenostyletea Br.-Bl. et Tx. 1943
     Adenostyletalia G. et J. Br.-Bl. 1931
          Adenostylion alliariae Br.-Bl. 1925
                Cicerbitetum alpinae Beg. 1922
                (= Adenostylo-Cicerbitetum Br.-Bl. 1950)
                Alnetum viridis (Rüb.) Br.-Bl. 1918
                Calamgrostio variae-Piceetum Burger 1982
                Betula hybrida-Sorbus aucuparius-Bestände (Zumbühl 1986)
```

## Tab. 4 (Forts.- continued)

# Klasse Ordnung Verband UV Unterverband Assoziation/Gesellschaft Subassoziation Erico-Pinetea Horvat 1959 Erico-Pinetalia Horvat 1959 Erico-Pinion Br.-Bl. ex Br.-Bl. et al. 1939 Erico-Pinetum montanae Ellenb. et Klötzli 1972 Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. ex Br.-Bl. et al. 1939 Vaccinio-Piceetalia Br.-Bl. ex Br.-Bl. et al. 1939 Vaccinio-Piceion Br.-Bl. 1938 UVEu-Vaccinio-Piceion Oberd, 57 Melico-Piceetum Ellenb. et Klötzli 1972 Veronico latifoliae-Piceetum Ellenb. et Klötzli 1972 Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosae Ellenb. et Sphagno-Piceetum adenostyletosum alliariae Ellenb. et Klötzli 1972 Larici-Piceetum Ellenb. et Klötzli 1972 Sphagno-Pinetum montanae Ellenb. et Klötzli 1972 UV Rhododendro-Vaccinion Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926 Larici-Pinetum cembrae Ellenb. et Klötzli 1972 Rhododendro-Vaccinietum Palm. et Haffter 1933 Empetro-Vaccinietum Palm. et Haffter 1933 Empetro-Vaccinietum cetrarietosum Kuoch 1970 Calamagrostietum villosae Szafer, Pawl. et Kulczynski 1923 Junipero-Arctostaphyletum Hafter 1939 mss. ex Br.-Bl. et al. 1939 Junipero-Arctostaphyletum juniperetosum Kuoch 1970 Junipero-Arctostaphyletum callunetosum Kuoch 1970 Junipero-Arctostaphyletum alectorietosum Kuoch 1970 Cetrario-Loiseleurietum Br.-Bl. ex Br.-Bl. et Jenny 1926

#### Abkürzungen

em. emendiert (verbessert, begrifflich erweitert oder eingeengt)

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.: Pawlowski;

Nordn.: Nordnagen; Oberd.: Oberdorter; Palm.: Pallmann; Pawl.: Pawlo

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 Ku-OCH (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 Gesamttabelle 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), Muel-LER-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 Programmpaket 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 Histogrammausgleich. 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<sub>k</sub> Gewicht der k-ten Schätzklasse f<sub>i</sub> 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 Artgruppek 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.

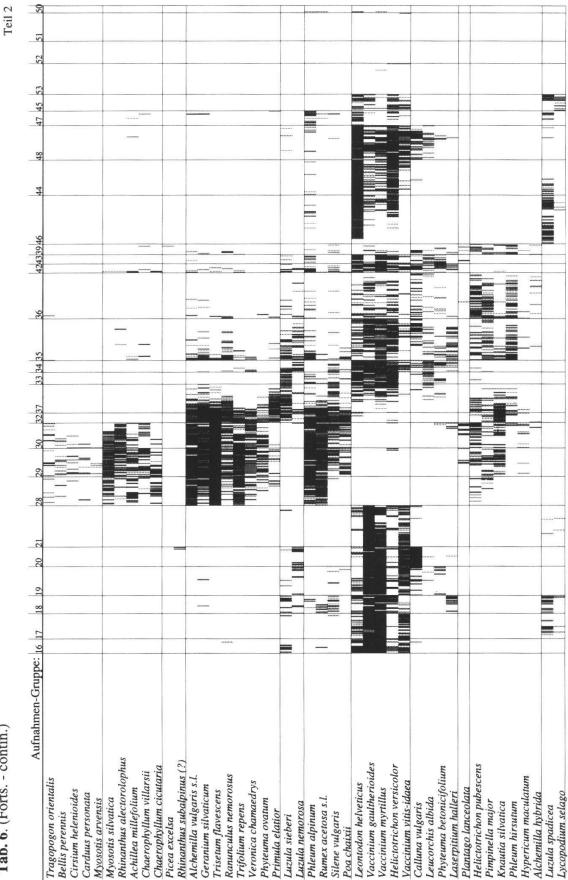
Group numbers refer to the mapping units in the MaB project, letters indicate mapping unit groups (see chapter 3.2). Syntaxa separated by / indicate transitions.

- B: Subalpine Zwergstrauchgesellschaften subalpine dwarf-shrub vegetation.
- 16: Rhododendro-Vaccinietum
- 17: Empetro-Vaccinietum
- 18: Calamagrostietum villosae
- 19: Junipero-Arctostaphyletum juniperetosum
- 20: Junipero-Arctostaphyletum callunetosum
- 21: Flechtenheiden (Cetrario-Loiseleuretum, Empetro-Vaccinietum cetrarietosum, Junipero-Arctostaphyletum alectorietosum)
- D: Fettwiesen rich hay meadows (Polygono-Trisetion)
- 28: "Typische" Trisetum flavescens-Gesellschaft
- 30: Campanula scheuchzeri-Trisetum flavescens-Gesellschaft
- 32: Ligusticum mutellina-Festuca violacea-Gesellschaft
- E: Magerwiesen (Mähder) poor hay meadows
- 33: Eu-Nardion saurer, nährstoffarmer 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 alpinae 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 alpinae
- 51: Seslerion coeruleae v.a. Seslerio-Caricetum sempervirentis
- 52: Seslerion coeruleae z.T. Caricetum firmae
- 53: Arabidion coeruleae

52 48 30 Aufnahmen-Gruppe: 16 17 Empetrum hermaphroditum Rhododendron ferrugineum Gentiana punctata Ranunculus aconitifolius Veratrum lobelianum Campanula rotundifolia Epilobium angustifolium Arctostaphylos uva-ursi Majanthemum bifolium Deschampsia flexuosa Heracleum sphondylium Melampyrum silvaticum Peucedanum ostruthium Athyrium alpestre Solidago virga-aurea Calamagrostis villosa Juniperus nana Sanguisorba officinalis Melampyrum pratense Hieracium lachenalii Hieracium intybaceum Viola tricolor Colchicum autumnale Dryopteris dilatata Adenostyles alliariae Alopecurus pratensis Hieracium murorum Ranunculus acer s.l. Polygonum bistorta Crepis blattarioides Dactylis glomerata Festuca pratensis Galium pumilum Oxalis acetosella Cicerbita alpina Veronica tenella Poa pratensis Vicia sepium Rumex alpinus Silene dioeca Carum carvi Vicia cracca Poa trivialis Poa supina

Tab. 6. (Forts. - contin.)





Teil 3 84 4 42433946 30 Aufnahmen-Gruppe: 16 17 Crocus albiflorus Chrysanthemum leucanthemum s.l. Anthoxanthum odoratum s.l. Phyteuma hemisphaericum Cerastium caespitosum s.l. Trifolium pratense s.l. Rhinanthus angustifolius Tofieldia calyculata Taraxacum officinale s.l. Loiseleuria procumbens Hieracium aurantiacum Euphrasia rostkoviana Anemone narcissiflora Gymnadenia conopea Homogyne alpina Potentilla aurea Campanula barbata Phyteuma orbiculare Veronica bellidioides Pedicularis tuberosa Hieracium pilosella Platanthera bifolia Cuscuta epithymum Hieracium alpinum Pedicularis foliosa Trollius europaeus Dianthus superbus Euphrasia minima Crepis conyzifolia Trifolium badium Rhinanthus minor Luzula multiflora Geum montanum Potentilla erecta Arnica montana Crepis pontana Silene rupestris Carex montana Festuca rubra Agrostis tenuis Nardus stricta Gentiana lutea Briza media

Tab. 6. (Forts. - contin.)

Tab. 6. (Forts. - contin.)

Aufnahmen-Gruppe: 16 17	16 17	18 19	19	20 21		28	59	30	3237	33 34	.35	36	424	124339 46	4		48	47 45	53	52 51	50
Alchemilla straminea (cor)																					
carex pauescens Leontodon autumnalis																					
Helianthemum ovatum																					
Nigritella rubra	4	-																			
Lycopodium alpinum	+	+							200												
Linum catharticum								,,,,,		3883	2000										
Campanula thyrsoides														•••							
Thesium pyrenaicum													-								
Prunella vulgaris	-	-																			
Gnaphalium norvegicum																					
Ranunculus pyrenaeus	-	-																			
Gentiana kochiana																		5000000			
Pulsatilla sulphurea																					
Hypochoeris uniflora																					
Trifolium alpinum																					
Solidago alpestris																					
Hieracium auricula	-	-							marnet.												
Laserpitium latifolium																					
Centaurea alpestris																					
Trifolium montanum								******			******										
Satureja alpina	_																				
Plantago media								******			***		00000C								
Carex verna	+	+		1			1					-									1
Gentiana ciliata	-	+							-				1	-		-					
Hieracium glanduliferum Hieracium olaciale																					
Helianthemum orandiflorum				-						-									50000	_	-
Primula farinosa										·						y	=		MK 		
Parnassia palustris	-	-							-								-				
Ranunculus montanus s.l.				NUMBER OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS									6300								
Campanula scheuchzeri																					
Ligusticum mutellina						_												00000			
Poa alpina	-													c		^000000 000000					
Soldanella alpina			-				*	j													
Leontodon hispidus	_																				
Carex ericetorum														······.							
Ajuga pyramidalis	+	+			-					8	0.000										
Antennaria dioeca					*****																waye.
Alchamilla flaballata (bah)	+	+																			-
Potentilla grandiflora																	00000				
Thesium alpinum																					00000
	50			8			-			R ) 職 版 20 倫理 20	00 51 5 EXPRESSIBLE 41 9	ACCEPTANCE IN SEED SOUR	MR # 55 00:	18081	-		M 4:5 315	99		1 1 EM 51:	18888

Aufnahmen-Gruppe: 16 17 18 19 Carex ornithopoda Gymnadenia odoratissima Festuca violacea Selaginella selaginoides Hieracium hoppeanum Luzula spicata Chrysanthemum alpinum Juncus jacquinii Polygala chamaebuxus Thymus polytrichus Pedicularis verticillata Sibbaldia procumbens Agrostis rupestris Agrostis schraderiana Globularia nudicaulis Lotus corniculatus s.l. Gnaphalium supinum Coeloglossum viride Prunella grandiflora Gentiana campestris Viola calcarata Hippocrepis comosa Biscutella levigata Carex sempervirens Botrychium lunaria Gentiana bavarica Cardamine alpina Polygala alpestris Myosotis alpestris Soldanella pusilla Nigritella nigra Plantago alpina Plantago atrata Orchis ustulata Veronica alpina Festuca halleri Cirsium acaule Bartsia alpina Juncus trifidus Sagina linnaei Erica carnea Crepis aurea Luzula lutea

Tab. 6. (Forts. - contin.)

Teil 5

Teil 6 ..... Aufnahmen-Gruppe: 16 17 Phyteuma globulariifolium Ligusticum mutellinoides Scabiosa columbaria s.l. Anthyllis alpestris Bellidiastrum michelii Sesleria coerulea Silene exscapa Polygonum viviparum Salix retusa Cirsium spinosissimum Alchemilla decumbens Cardamine resedifolia Festuca rupicaprina Erigeron uniflorus Alchemilla nitida Galium anisophyllum Cerastium uniflorum Primula integrifolia Cerastium trigynum Senecio carniolicus Saxifraga aizoon Oxytropis jacquinii Saxifraga bryoides Minuartia sedoides Carduus defloratus Trifolium thalii Cerastium strictum Astragalus alpinus Saxifraga seguieri Hieracium bifidum Minuartia recurva Alchemilla exigua Doronicum clusii Carex ferruginea Gentiana nivalis Sesleria disticha Arenaria biflora Primula hirsuta Alchemilla spec. Salix herbacea Gentiana verna Sedum alpestre Daphne striata Carex curvula

Tab. 6. (Forts. - contin.)

Tab. 6. (Forts. - contin.)

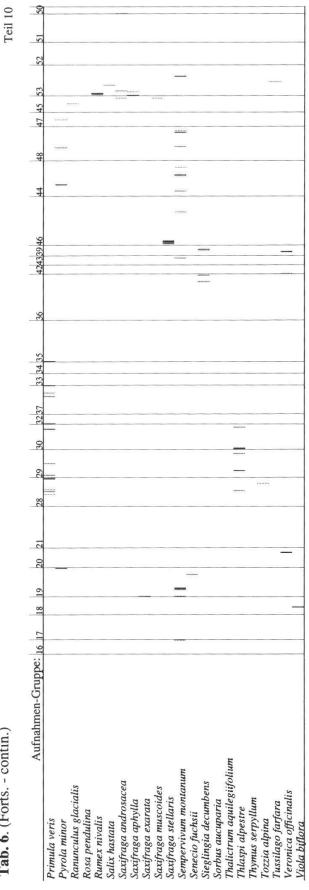
Vectorial principals  Festive children  Another carbonial  Modering of culture  Another carbonial  Another carbonial  Another general  Companial adoption  Surging of principal  Another general  Companial adoption  Companial adoption  Companial adoption  Surging of principal  Another general  Companial adoption  Surging of carbonial  Another general  Companial adoption  Surging of carbonial  Another general  Another general  Another general  Companial adoption  Surging of carbonial  Companial adoption  Surging of carbonial  Companial adoption  Silver carbonial  Milentanial adoption  Companial adoption  Companial adoption  Companial adoption  Companial adoption  Companial adoption  Another general  Companial adoption  Another general  Companial adoption  Another general  Companial adoption  Another general  Another general  Companial adoption  Companial adoption  Another general  Companial adoption  Another general  Companial adoption  Another general  Companial adoption  Another general  Another general  Another general  Companial adoption  Another general  Anoth		Manual Clubbe: 16 17 18 19 20	21 28	29 30	3237	33 34 35	36	424339 46	4	0	4 4	5 53 52	51 50
itim itiplia itiplia the arithman attrice as arite	Veronica fruticans											5000	
tition titolia titolia titolia tes tes a a a a a a a a a a a a a a a a a a a	nik rencutata estuca pulchella											***************************************	
	Achillea atrata												
titolia tes preanum de la companya del companya de la companya de la companya del	roenringia cuitata rabis coerulea								******				
	erastium latifolium										_		
	axifraga oppositifolia oo minor												
	grostis alpina												
	lyna myosuroides												
	naphalium hoppeanum		4000						••••				
	nix serpyutjoua		100		+								
	tay taga caesta												
	ampanula cochleariifolia					_							
	utchinsia alpina												
	anunculus alpestris												,
	rabis pumila												
	xifraga aizoides												
	ontodon montanus											***	
	nguicula aipina										F		
	Myraga moschaia												
	stex pur vitora stentilla dubia										***		
	stuca pumila										possoss(		
	ndrosace chamaejasme									-			-
	ryas octopetala					_							
	inuarità verna Ione acquis												
	lene willdenowii									SARABARA			
	uphrasia salisburgensis									60			
	ronica aphylla										-		
	eracium villosum				***								
	abis corymbifiora			uu.	•••							 	
	necto dotoricani												
	lobularia cordifolia												
	ster alpinus						*****						
	ernera saxatilis						-						
	arex mucronata						-						
	hrysaninemum nauteri												
	arex jirma plianthemum alpostro	***						_					

-
contin.)
20 -
(Forts.
9
Tab.

2(							-																						
21				=		-	*******																						
2				=																									
3			9000		-	-	:		-								-												- 100
			****									-			2.0		*****												
- 6	Mark .	****		+		+			+						-	*****	-									-		-	
45			-	+		+					-7-2-2-1							•	<u> </u>		C-11-5								
4				+		+		1000	-							0000	000			COLL PS								****	
₩				1																									ore
4																													
							~					~																	
1						i																							
												2			-										***				
33946			31 m/ an				2/21.23	-1-1-1			100000				2011021		1.00	5_159159											
243				-		-			-																				
4		- 5		$\top$		1													-	_									
	100	8									*****	2							****										
36																					*******								
7				1	000000	+						•						-				-		27101					- 177
																			-								*********		
32											-																		
8				-		+													-										
33		-		_		+			-	-					-	****		-						-					
																				*****									
3237				+		+																							
																					>								
8_				4		1				_																			
8				+		-			-							-													
_										***																			
78		0.400000		+		+			-						4 pr. 200 a	77.000				0						9.00			
																		_				_	-						
7																		_				***							
8		-		+		+	-		+																				
5																													
7				$\top$		T																							
∞				+		+	-	-	-														***		-				
17																													
16																													
į																													
3																													
5																													
Aumannen-Oruppe. 16 17																													
													3000																
		S											00	(1)														и	
	;	Carex ornithopodioides Primula auricula				un		Erigeron polymorphus	m				Alchemilla fissa	2		lia	2	na	m	a	Carduus carlinaefolius							Chaerophyllum aureum	
		a	smu		ii2	Sempervivum alninum	mm	do	Aconitum compactum	ria	Agropyron repens Agrostis stolonifera		- July	1	10	Androsace obtusifolia	Arabis alpina	Arctostaphylos alpina	Bupleurum stellatum	Cardamine amara	refo		ens			1	psc	aur	mm
iis	des	Carex ornithopod Primula auricula	Leontodon incanus	Carex capillaris	Potentilla crantzii	10 L	Cerastium alpinum	lym,	шрс	Aconitum vulparia	Agropyron repens Agrostis stolonifer	57	Alchemilla fissa		Androsace alpina	btu.	ant t	os	tell	Cardamine amara	lina		Carex brunnescens Carex dioitata	2	:	Carex lachenalii Carex leporina	Centaurea nervosa	Chaerophyllum aur	Cirsium oleraceum
Gentiana clusii	Draba aizoides Sedum atratum	nut	in in	Carex capillaris	1 CT	Semnervivum	na	po	001	na 1	stol	Ajuga reptans	la fi	Alnus viridis	e a	Se 0	Arabis alpina	hyl	s un	ros	car	Carex atrata	Carex divitata	Carex foetida	sca.	Carex lachenali Carex leporina	an	hyll	sler
out	aai	da	opo	Can	tilk	adi	tim	ron	tum	tun	ris.	rep	mil	vir	sac	Sac	sal	stap	nın	mag	sm	can	die.	for	Carex fusca	let	ure	ropi	m
1.2	in in	imi	oni	re	iten	ap	ras	186	on	no.	ro	180	che	nus	dre	dre	abi	cto	ple	rd	ırdı	res	ro	re	res	rex	nta	ae	rsit
lu.	20							- 1	(3 1	1.1	an a					A- 1		-	-7	~ 0	0	J							

Teil 9 Aufnahmen-Gruppe: 16 17 Polygonatum verticillatum Gnaphalium silvaticum Hieracium humile Hieracium piloselloides Deschampsia caespitosa Doronicum grandiflorum Festuca spec. Gentiana brachyphylla Lycopodium annotinum Juniperus communis Knautia arvensis Koeleria pyramidata Lathyrus pratensis s.l. Festuca arundinacea Pimpinella saxifraga Gentiana tenella Gentiana utriculosa Globularia elongata Medicago falcata Medicago lupulina Molinia coerulea Pedicularis recutita Petasites paradoxus Paradisia liliastrum Erigeron neglectus Myosotis nemorosa Draba fladnizensis Draba carinthiaca Lonicera coerulea Orchis globosa Orchis latifolia Orchis maculata Lonicera nigra Lotus uliginosus Luzula sudetica Juncus triglumis Lloydia serotina Daucus carota Linaria alpina Larix decidua Listera ovata Poa hybrida Geum rivale

Tab. 6. (Forts. - contin.)



Tab. 6. (Forts. - contin.)