

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

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 97 (1988)

**Artikel:** Vegetationsentwicklung auf Skipistenplanierungen in der alpinen Stufe bei Davos = Development of vegetation on levelled ski runs in the alpine zone near Davos

**Autor:** Meisterhand, Edwin

**Kapitel:** 3: Methoden

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308882>

### 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:** 31.01.2026

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

### 3. METHODEN

#### 3.1. DATENERHEBUNG

##### 3.1.1. Anforderungen an die Aufnahmemethode und die sich daraus ergebenden Konsequenzen

Die Aufnahme der Vegetation nach der Methode BRAUN-BLANQUET (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964 sowie MUELLER-DOMBOIS und ELLENBERG 1974), bei welcher die Grösse der Aufnahmeflächen (für alpine Pflanzengesellschaften nach VETERLI (1982) 9-10 Quadratmeter) von der Homogenität des Standortes sowie der Artarealkurve (oder Minimumarealkurve) abhängt, verlangt einen einheitlichen Standort und Pflanzenbestand. Auf Skipistenplanierungen wechseln die Beschaffenheit des Standortes sowie Dichte und Zusammensetzung der Vegetation innerhalb kleinster Flächen, wie dies für Initialstadien, also nicht entwickelte Lebensgemeinschaften typisch ist (vgl. LUEDI 1958 und JOCHIMSEN 1963).

Die Pflanzendecke auf den Planierungen liess sich deshalb mit den üblichen Methoden nicht differenziert aufnehmen und beschreiben. Darum wurde ein anderes geeigneteres Vorgehen gewählt:

Die Vegetation und der Standort der ausgeebneten Skiabfahrten wurden auf vielen 0.5 Quadratmeter grossen Aufnahmeflächen erfasst. Die grosse Anzahl der Aufnahmeflächen ermöglichte, die Vielfalt der sich auf kleinem Raum ändernden Pflanzendecke festzuhalten. Die geringe Ausdehnung der Aufnahmeflächen erlaubte es, Zusammensetzung und Dichte der Vegetation genau zu beschreiben (vgl. LUEDI 1940 und JOCHIMSEN 1963). Deshalb konnten auch schon geringe Vegetationsdichten und innerhalb von z.B. zwei Jahren stattfindende Veränderungen registriert werden.

##### 3.1.2. Das Stichprobenkonzept

Bei der Festlegung der Aufnahmeflächen auf der Untersuchungsfläche wurde darauf geachtet, die ganze Bandbreite der Vegetation zu erfassen und die Aufnahmen möglichst gleichmässig zu verteilen.

### **3.1.2.1. Festlegung der Aufnahmeflächen auf den Skipistenplanierungen im Untersuchungsgebiet**

Als Ausgangspunkt (Nullpunkt) für die Einmessung der Aufnahmeflächen diente der Mittelpunkt der halbkreisförmigen Untersuchungsfläche, deren Radius je nach Breite der Skipistenplanierung 35 oder 70 Meter betrug. Den Ort des rechten vorderen Eckpunktes der viereckigen, 0.5 Quadratmeter grossen Aufnahmefläche bestimmten zwei Zufallszahlen, eine für den Winkel zur Basislinie der halbkreisförmigen Untersuchungsfläche und die andere für die Entfernung vom Ausgangspunkt (Polarkoordinaten). Die Aufnahmefläche kam so zu liegen, dass die Verlängerung ihrer Diagonale durch den Ausgangspunkt führte. Je nach der Vielfalt der Vegetation und der Standorte wurden auf jeder Untersuchungsfläche 30-50 potentielle Aufnahmeflächen eingemessen und in verschiedene Standortstypen eingeteilt. Die Kriterien dazu lieferten die Beschaffenheit der Bodenoberfläche (Reste der alten Humusdecke sind vorhanden oder fehlen, skelettreiche oder feinerdereiche Bodenoberfläche) und die Zusammensetzung sowie Dichte der Pflanzendecke (standortsfremde Arten sind vorhanden oder fehlen; die autochthonen Arten kommen kümmerlich oder üppig auf). Die Auswahl der definitiven Aufnahmeflächen aus den potentiellen erfolgte so, dass jeder in der entsprechenden Untersuchungsfläche vorkommende Standorttyp zwei- oder dreifach vertreten war.

Nach der Untersuchung der Vegetation auf den insgesamt 241 Aufnahmeflächen wurden 92 Dauerbeobachtungsflächen ausgeschieden. Die Vegetation der letzteren sollte für die bei der Auswertung gebildeten Vegetationseinheiten charakteristisch sein. Im weiteren wurde darauf geachtet, dass die Dauerflächen möglichst gleichmässig auf alle Vegetationseinheiten verteilt und alle Untersuchungsflächen etwa gleich stark vertreten waren.

### **3.1.2.2. Festlegung der Aufnahmeflächen ausserhalb des Untersuchungsgebietes**

Die Bestimmung der Aufnahmeflächen auf den alpinen Rasen und den Schuttfeldern neben den Skipistenplanierungen, den Gletschervorfeldern und den Planierungen im Oberengadin verlief ohne den Umweg über potentielle Aufnahmeflächen und deren Zuordnung zu Standortstypen. Auch wurden die Aufnahmeflächen weder eingemessen noch markiert, da sie nur zur einmaligen

Untersuchung bestimmt waren. Sie kamen entlang mehrerer Transekten zu liegen, deren Lage eine vollständige Erfassung der unterschiedlichen Standorte und Pflanzenbestände ermöglichen sollte.

### **3.1.2.3. Festlegung der Aufnahmeflächen auf Transekten zwischen begrünten und unbegrünten Skipistenplanierungen**

Zur Untersuchung der Einwanderung autochthoner Arten in begrünte Flächen wurden auf saurem Silikat und Dolomit rechtwinklig zur Grenze zwischen begrünter und unbegrünter Planierung an unterschiedlichen Standorten je sechs Transekten angelegt. Auf die Transekten kamen jeweils in Abständen von vier Metern acht Aufnahmeflächen, wobei die erste Fläche einen Meter von der Grenze entfernt war.

## **3.1.3. Vegetationsaufnahme**

### **3.1.3.1. Vorgehen bei der Aufnahme der Vegetation**

Auf den 241 Aufnahmeflächen der Planierungen wurden von jeder Art die Einzelpflanzen und die Horste bzw. Polster gezählt. Dazu kam der geschätzte Deckungsgrad jeder Art. Um die Genauigkeit dieser Aufnahmemethode zu überprüfen, nahmen mehrere Personen am gleichen Tag unabhängig voneinander die Vegetation derselben Aufnahmefläche auf. Es zeigte sich, dass die auftretenden Differenzen je nach Dichte und Zusammensetzung der Pflanzendecke variierten. Sie hielten sich jedoch in einem Rahmen, der für die Beibehaltung der Methode sprach.

Auf den 92 Dauerflächen wurden von 1978 bis 1980 einmal jährlich die Zusammensetzung und Dichte der Pflanzendecke aufgenommen. Auf einigen erfolgte zusätzlich im Spätherbst eine Vegetationsaufnahme, um Schwankungen in der Pflanzendecke während einer Vegetationsperiode vergleichend festhalten zu können.

Auf den ausserhalb des Untersuchungsgebietes gelegenen Flächen wurden die Individuen nicht ausgezählt, sondern nur der Deckungsgrad jeder Art geschätzt. Innerhalb der Aufnahmeflächen auf den Transekten zwischen begrünten und unbegrünten Planierungen wurden die Pflanzenarten nicht einzeln erfasst, sondern nur der Gesamtdeckungsgrad der angesäten und autochthonen Arten sowie der Moose.

Die Aufnahme der Bodenmoose beschränkte sich auf ihren Gesamtdeckungsgrad. Die auf Steinen wachsenden Moose und Flechten wurden nicht erfasst. Auch die übrigen Flechten blieben unberücksichtigt, da sie in die Planierungsflächen eingeweht wurden und nicht mit dem Boden verwurzelt sind. Für deren langsames Wachstum war die Entwicklungszeit auf den Planierungen zu kurz, sodass sich noch keine mit dem Boden verwachsene, in Alpenrasen vorkommende Krustenflechten entwickeln konnten. Aufnahmen, welche neben Flechten und Steinmoosen von keinen anderen Pflanzen bewachsen waren, wurden wie vegetationslose behandelt.

Die Nomenklatur der aufgenommenen Gefäßpflanzen erfolgte nach HESS et al. (1976-1980).

### **3.1.3.2. Die Aussagekraft unterschiedlicher Formen der Artmächtigkeit**

Das in Abb. 4 dargestellte Ordinationsmodell, welches die unterschiedlichen Formen der Artmächtigkeitsangaben enthält, ist das Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse unter der Verwendung des Skalarproduktes der zentrierten Daten als Ähnlichkeitsmass (vgl. WILDI und ORLOCI 1983). Die drei Artmächtigkeitsangaben (gezählte Einzelindividuen bzw. Horste oder Polster und geschätzte Deckungsgrade) jeder Aufnahme bilden bei ihrer Verbindung untereinander ein Dreieck. Die Artmächtigkeitsangabe aufgrund der Zählung von Einzelindividuen (Symbol 3 in Abb. 4) ergibt auf dem dargestellten Ordinationsmodell im allgemeinen die grösste Streuung um den Nullpunkt, also die eindeutigste Auftrennung der Aufnahmeflächen, diejenige der Horste oder Polster die kleinste Streuung und dementsprechend die geringste Auftrennung der Aufnahmeflächen. In den weiteren Auswertungen wurden trotz der eindeutigsten Auftrennung der Aufnahmeflächen durch die Einzelindividuen nicht diese, sondern die geschätzten Deckungsgrade verwendet, welche die Aufnahmeflächen etwas weniger gut auftrennen. Denn mit dem Zählen der Einzelindividuen wird oft nur ein kleiner Teil, hingegen mit dem Ermitteln des Deckungsgrades das gesamte Vorkommen einer Art erfasst.

### **3.1.4. Aufnahme des Standortes**

Die Vegetationsaufnahmen wurden mit den üblichen Standortsangaben über Höhenlage, Neigung, Exposition und mit den Altersangaben der entspre-

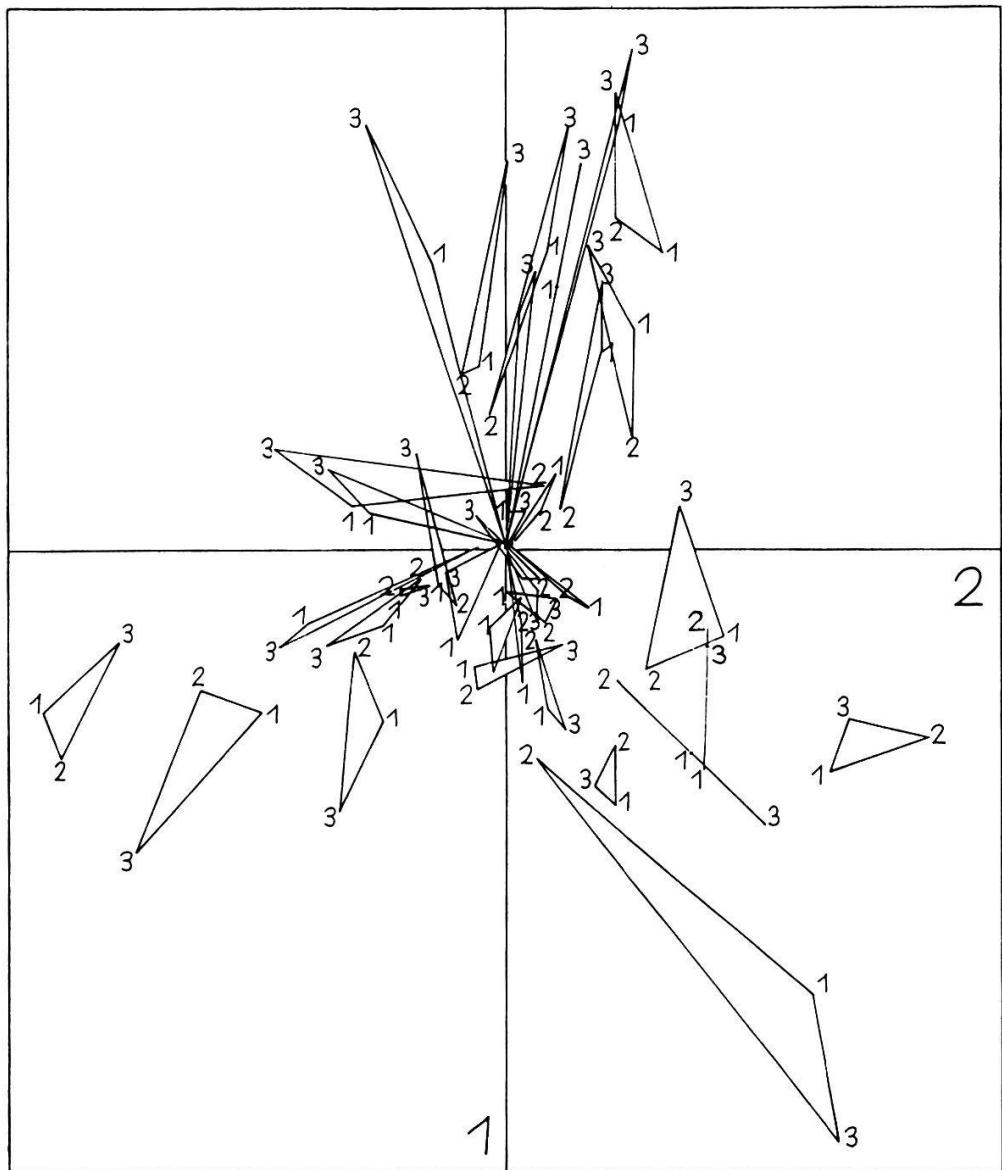


Abb. 4. Ordinationsmodell der unterschiedlichen Formen der Artmächtigkeitsangaben, d.h. der gezählten Einzelindividuen (3), der gezählten Horste oder Polster (2) und der geschätzten Deckungsgrade (1) auf den ersten zwei Komponenten (Achsen) der Hauptkomponentenanalyse.

Die drei Artmächtigkeitsangaben einer Aufnahme umfassen jeweils dieselben Arten und sind miteinander verbunden.

Fig. 4. Ordination of the different types of species values, i.e. the number of individuals (3), the number of tussocks and of cushions (2) and the plant cover (1) by principal component analysis; the first and second axis are represented.

The three species values of each relevé always comprise the same species and are joined together.

chenden Planierung und eventuellen Begrünung ergänzt. Im weiteren wurde die Flächenbedeckung der Gesamtvegetation, der Feinerde und der Steine (Körnung > 2 mm) durch Schätzung festgehalten.

### **3.1.5. Bodenkundliche Methoden**

Die Beschaffenheit der Bodenoberfläche inbezug auf die Körnung wurde auf den Dauerflächen während der Untersuchungsperiode jährlich aufgenommen. Denn die Zusammensetzung der Bodenoberfläche, insbesondere die Menge des vorhandenen Feinmaterials und des Humus, beeinflussen nach MOSIMANN (1983) die Vegetationsentwicklung oft entscheidend.

Neben jeder Dauerfläche wurde eine Bodenprobe bis zur Tiefe von 21 cm entnommen. Die Entnahme erfolgte in drei 7 cm dicken Schichten mit je einem Inhalt von 1000 cm<sup>3</sup>. Bei der Probeentnahme wurden die grösseren Steine auf der Bodenoberfläche und diejenigen innerhalb der Proben entfernt und an Ort und Stelle gewogen.

Von den luftgetrockneten Proben wurde die Feinerde (Körnung < 2 mm) trocken ausgesiebt. Ein kleiner, mittels eines Probenteilers abgetrennter Teil der Feinerde bildete den Ausgangspunkt für die Bestimmung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff. Nach der modifizierten Methode von WALKLEY und BLACK (STICHER 1978) wurde der organisch gebundene Kohlenstoff mittels Kaliumbichromat und konzentrierter Schwefelsäure oxidiert. Das durch diese Oxidation entstandene, dem Gehalt des organischen Kohlenstoffes entsprechende Cr<sup>3+</sup> liess sich im Filtrat bei 578 nm Wellenlänge photometrisch bestimmen. Das Resultat dieser Analyse erlaubte es, den Gesamtgehalt der organischen Substanz zu ermitteln.

Zum besseren Verständnis der Bodenstruktur auf Skipistenplanierungen wurden auf planierten und standörtlich ähnlichen, ungestörten Flächen insgesamt zehn Bodenprofile gegraben, von denen zwei in Abb. 33 (Kap. 4.8.2.1.) dargestellt sind.

### **3.2. DATENAUSWERTUNG**

#### **3.2.1. Verwendung der Vegetationsdaten als numerische Werte, Artmächtigkeiten und Signaturen**

Aufgrund der differenzierten Aufnahmemethode auf den 241 Flächen, nämlich dem Zählen der Einzelpflanzen, Horste oder Polster sowie dem Ermitteln des Deckungsgrades jeder Art, entstand eine unübersichtliche Datenmenge mit sehr unterschiedlichen Werten.

Kommen in einer Datenreihe sehr unterschiedliche Werte vor, kann man diese in Klassen einteilen. Allerdings ist es nicht einfach, die geeignete Klassengröße und Klassenzahl festzulegen. Nach HENGST (1967) lassen zu kleine Klassen Zufallsschwankungen zu stark hervortreten. Zu grosse und dementsprechend wenige Klassen lassen zwar Zufallsschwankungen verschwinden, verwischen aber unter Umständen auch kennzeichnende Schwankungen. Als Richtlinie für die Anzahl der zu bildenden Klassen erwähnen BAHRENBERG und GIESE (1975) eine Faustregel von STURGES, nach welcher etwa  $k=1+3.32x\log n$  Klassen zu bilden sind, wobei mit  $n$  die Anzahl der Werte und mit  $k$  die Anzahl der zu bildenden Klassen bezeichnet wurde. Nach HENGST (1967) ist im weiteren darauf zu achten, dass diejenige Klasse mit dem grössten Anteil an den Werten höchstens 20-25% aller Befunde enthält.

Aufgrund dieser Regeln waren für die gezählten und geschätzten Artmächtigkeitsangaben etwa 11 Klassen nötig. Die Einteilung der Artmächtigkeiten in Klassen ist in Tab. 2 dargestellt. Den Klassen wurden entsprechende Kennzahlen zugeordnet. Zur Bestimmung der Klassen wurde gemäss den Angaben von BAHRENBERG und GIESE (1975) von einem Intervall ausgegangen, das alle Werte von den entsprechenden Artmächtigkeiten, nämlich der gezählten Pflanzen (1 bis >100) sowie des ermittelten Deckungsgrades (<0.1%-100%), enthält. Es wurde aber nicht wie bei den beiden erwähnten Autoren das entsprechende Intervall direkt, sondern dessen Logarithmus zur Basis 10 in gleich lange Klassenintervalle unterteilt. Dies ermöglichte, der erwähnten Bedingung von HENGST (1967) einigermassen zu genügen.

Tab. 2. Klassifikation der Artmächtigkeiten und Transformationen für die numerische Auswertung  
 Table 2. Classification of species values and transformations used for numerical analysis

Artmächtigkeit		Bei der numerischen Auswertung verwendete Werte		Signaturen in den Vegetations-tabellen	
Deckungsgrad (%) innerhalb der Fläche von 0.5 m <sup>2</sup>	Anzahl Pflanzen (Gruppen/Horste/ Einzelindividuen oder Keimlinge) pro 0.5 m <sup>2</sup>	Kennzahl	Frequenz (%) der betreffenden Artmächtigkeitskennzahlen innerhalb der 241 Aufnahmen	Präsenz-Absenz-Skala	Berücksichtigung der Artmächtigkeit
0	0	1	36.1	0	0
<0.1	1	2	13.9	1	1.0
0.1	2	3	9.0	1	1.4
0.2 - 0.3	3	4	13.0	1	1.7
0.4 - 0.7	4 - 6	5	8.0	1	2.0
0.8 - 1.5	7 - 10	6	6.1	1	2.2
1.6 - 3.1	11 - 15	7	5.3	1	2.5
3.2 - 6.3	16 - 25	8	3.4	1	2.7
6.4 - 12.5	26 - 39	9	2.9	1	2.8
12.6 - 25.1	40 - 63	z (ehn)	1.0	1	3.0
25.2 - 50.1	64 - 100	E (1f)	1.3	1	3.2
50.1 - 100.0	>100				11

### **3.2.2. Numerische Auswertung der Vegetationsdaten**

#### **3.2.2.1. Beschreibung der numerischen Auswertverfahren**

In der Pflanzensoziologie sind Klassifikation und Ordination zur Auswertung von Vegetationsdaten häufig angewendete Methoden (z.B. GAMS 1967 und WHITTAKER 1973).

Die Ordination ist eine Anordnung der Aufnahmen oder Arten entlang eines oder mehrerer Standortsgradienten. Sie erfolgt entweder direkt längs dieser Gradienten, die als gegeben vorausgesetzt werden, oder indirekt aus dem Vergleich der Aufnahmen bzw. der Arten untereinander (WHITTAKER 1973).

Die Klassifikation ist eine Zusammenfassung ähnlicher Bestände zu Gruppen, z.B. Vegetationseinheiten (WILDI 1986).

Zur Auswertung der zahlreichen Vegetationsaufnahmen auf den Skipistenplanierungen wurde eine multivariate, formal numerische Methode angewandt, welche nur mit Hilfe der EDV bewältigt werden konnte. Die zur Ordination und Klassifikation benötigten mathematischen Verfahren wurden mit Hilfe der in WILDI und ORLOCI (1980 und 1983) beschriebenen, umfangreichen Computer-Programmpaketen durchgeführt. Zur Berechnung stand die CDC-Computeranlage des Rechenzentrums der ETH Zürich zur Verfügung. Aus den erwähnten Programmpaketen kamen folgende, kurz umrissene mathematische Verfahren zur Anwendung:

- Mittels der Hauptkomponentenanalyse (PCA) werden die Vegetationsaufnahmen, oft auch die Arten, ordiniert. Dabei wird die Lage der Vegetationsaufnahmen bzw. der Arten aufgrund ihrer Ähnlichkeit untereinander in einem mehrdimensionalen, durch senkrecht aufeinander stehenden Achsen umschriebenen Raum berechnet. Die auf diese Weise ordinierten Vegetationsaufnahmen bzw. Arten werden in der Regel in eine Ebene projiziert dargestellt.
- Neben der Ordination lässt sich die Struktur der Aufnahmen oder Arten auch mit einer Clusteranalyse (complete linkage clustering) erfassen und in einem Ähnlichkeitsbaum (Dendrogramm) darstellen. Die gleiche Analyse liefert neben der erwähnten hierarchischen Ordnung eine Gruppierung (Klassifikation) der Vegetationsaufnahmen bzw. der Arten.
- Die GRID-Analyse (space density analysis, vgl. auch WILDI 1979) berechnet aus den durch die Hauptkomponentenanalyse gewonnenen Koordinaten eine Klassifikation der Vegetationsaufnahmen bzw. Arten.

Die erwähnten Analysen beruhen auf einer vorgängig berechneten Ähnlichkeitsmatrix, wozu das Skalarprodukt der zentrierten Daten als Ähnlichkeitsmaß diente (WILDI und ORLOCI 1983).

### **3.2.2.2. Anwendung der numerischen Auswertverfahren**

Alle 1978 erfassten Aufnahmeflächen wurden einer Hauptkomponentenanalyse, einer Clusteranalyse sowie einer GRID-Analyse unterzogen. Die aufgrund der Klassifikation hergestellte Vegetationstabelle ermöglichte eine Aufteilung der Vegetationsdaten. Mit Ausnahme des teilweise durch feine Unterschiede differenzierten Teildatensatzes der unbegrünten Planierungen auf saurem Silikat (vgl. Kap. 4.2.1.) liess sich die Struktur der Vegetationsaufnahmen und der Arten innerhalb der übrigen Datensätze aus der Ordination und Klassifikation der gesamten Datenmenge ableiten. Mit einer speziellen Auswertung wurden die feineren Strukturen und Unterschiede innerhalb des Teildatensatzes der unbegrünten Planierungen auf saurem Silikat erfasst. Für die Vegetationsaufnahmen und die Arten wurde eine Hauptkomponentenanalyse (Ordination) und anschliessend eine GRID-Analyse durchgeführt.

Bei den jährlich hintereinander von 1978 bis 1980, zum Teil 1981, aufgenommenen Dauerflächen fassen Vegetationstabellen oder Ordinationsmodelle Ähnlichkeiten in den Vegetationsveränderungen zusammen. Zur Beurteilung der Vegetationsveränderungen wurden auch im Herbst durchgeführte Vegetationsaufnahmen in das Ordinationsmodell einbezogen.

### **3.2.3. Tabellarische Auswertung der Vegetations- und Standortsdaten**

Bei den tabellarischen Auswertungen der 1978 erfassten Aufnahmeflächen und der Dauerflächen wurde die Aufteilung des gesamten Datenmaterials in drei Datensätze, nämlich der unbegrünten Flächen auf saurem Silikat und auf Dolomit sowie der begrünten Flächen, vorgenommen. Die hergestellten Ordinationsmodelle sowie die durchgeführten Gruppierungsanalysen lieferten die Grundlage für die Klassifikation und die von Hand durchgeführte Tabellenordnung. Ähnlich wie bei ZUMBUEHL (1983) erschwerten fliessende und undeutliche Übergänge die Gruppierung der Vegetationsaufnahmen und Arten.

Im Gegensatz zur üblichen Methode der Pflanzensoziologie (vgl. ELLENBERG

1956, MUELLER-DOMBOIS und ELLENBERG 1974) wurden die standörtlichen Eigenschaften der Aufnahmeflächen sowie die Zeigereigenschaften der Arten während der Tabellenarbeit nicht berücksichtigt. Dieses Vorgehen gewährleistete, dass für die Ordnung der Tabellen auch die feinen Unterschiede in der differenziert aufgenommenen Vegetation soweit wie möglich berücksichtigt wurden. Die standörtlichen Eigenschaften wurden erst nach der abgeschlossenen Klassifikation in die Tabellen aufgenommen. Auf diese Weise liess sich überprüfen, wie weit die ausgeschiedenen Vegetationseinheiten und Artkombinationen mit den Standortsverhältnissen zusammenhängen.

### **3.2.4. Oekologische Zeigerwerte**

Die Berechnung der mittleren Zeigerwerte erfolgte nach dem in LANDOLT (1977) beschriebenen Verfahren. Die Gewichtung der Artmächtigkeiten entsprach den bei der Klassifikation zugeordneten Kennwerten (vgl. Tab. 2). Es wurden nur diejenigen Zeigerwerte erfasst (Nährstoff-, Humus-, Dispersitäts- und Temperaturzahl), welche auf Skipistenplanierungen erwartungsgemäss je nach Standort variieren oder diesen treffend charakterisieren. Die Bedeutung der einzelnen Zeigerwerte ist in LANDOLT (1977) erklärt. Auf den vegetationsarmen Flächen charakterisieren die ökologischen Zeigerwerte nur einen kleinen Teil des Bodens, da sie natürlich nur den durchwurzelten, oft etwas günstigeren Bereich erfassen. Auf den begrünten Flächen wurden die Zeigerwerte nicht ermittelt, da die angesäten, oft standortsfremden Arten eine Interpretation verunmöglichen.

### 3.3. DISKUSSION METHODISCHER PROBLEME

Die angewandte Aufnahmemethode erlaubt, die Vielfalt in der Zusammensetzung und Dichte der Vegetation auf Planierungen zu erfassen (z.B. Abb. 7 in Kap. 4.2.1.). Schwieriger ist es, Veränderungen der Vegetation bzw. des Standortes von 1978 bis 1980 (z.T. 1981) eindeutig festzustellen. Im folgenden wird nun diskutiert, wie zuverlässig die angewandte Aufnahmemethode Vegetationsveränderungen erfasst und wie sie in dieser Hinsicht verbessert oder ergänzt werden könnte:

- Eine wichtige Voraussetzung für die Erfassung der Vegetationsveränderungen war erfüllt, da sich während der Untersuchungsperiode dank der Markierung durch farbige Steine, Holzpfötzchen oder Stahlstifte alle Dauerflächen eindeutig bestimmen liessen. Allerdings ist anzunehmen, dass sich die Markierungen einiger Dauerflächen im Zentimeterbereich verschoben haben. Bei der stark variierenden Pflanzendecke verfälschen schon solche kleinen Unstimmigkeiten die Vergleiche der jährlich erfassten Vegetation zum Teil beachtlich. Eine zusätzlich zur Markierung der Dauerflächen von Fixpunkten ausgehende Einmessung würde eine von Bodenbewegungen und Verschiebungen durch Tritt unabhängige Festlegung der Flächen ermöglichen. Eine Einmessung der Dauerflächen erleichtert zudem das Auffinden der Markierungen, welche wegen des Skibetriebes im Winter nicht über die Bodenoberfläche herausragen dürfen.
- Bei kleinen aufgenommenen Veränderungen liess sich oft nicht beurteilen, ob diese tatsächlich stattgefunden hatten oder durch Aufnahmefehler verursacht worden waren (vgl. Kap. 3.1.3.). Dem trägt die spätere Interpretation der Ergebnisse Rechnung.

Eine photographische Erfassung der Vegetation und der Bodenoberfläche wäre für das Festhalten von Veränderungen sehr nützlich, aber die Standardisierung der Aufnahmedistanz, des Aufnahmewinkels usw. wäre auf den vom Standort her sehr unterschiedlichen Flächen schwierig und würde einen beträchtlichen Aufwand erfordern.

- Auf einzelne Standorte fielen zu wenig Aufnahmeflächen oder Dauerflächen, um diese anhand der erfassten Vegetation eindeutig zu charakterisieren (vgl. Kap. 4.5.2.). Es wäre zu prüfen, ob eine grössere Anzahl, dafür nach einer einfacheren Aufnahmemethode erfasster Flächen zu eindeutigeren Aussagen führen würde als eine kleinere Anzahl, differenziert aufgenommener Flächen.