

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

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

**Band:** 96 (1988)

**Artikel:** Auswirkungen des Skibetriebes auf subalpine Heuwiesen bei Davos = effects of skiing on subalpine hayfields near Davos

**Autor:** Meisterhans-Kronenberg, Hanna

**Kapitel:** 2: Untersuchungsgebiet und Methoden

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308877>

### 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>**

## 2. UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

### 2.1. UEBERSICHT UEBER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

#### 2.1.1. Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet ist der westexponierte Hang des Jakobshorns (2590 m, Koordinaten: 784.000/183.000) bei Davos im Kanton Graubünden im östlichen Teil der Zentralalpen. Es umfasst die Fettwiesen der Oberen Clavadeler Alp auf ca. 2040 m (Abb. 1).

#### 2.1.2. Klima

Abb. 2 zeigt die Klimadiagramme von Davos, der Schatzalp und von Zürich (aus WALTER und LIETH 1960-1967). Die mittleren jährlichen Niederschläge betragen in Davos (1560 m) 959 mm und auf der Schatzalp (1868 m) 1075 mm. Im Sommer fällt zwei Fünftel der Jahressmenge, in den anderen Jahreszeiten durchschnittlich je ein Fünftel (URFER u.a. 1979). Die Hälfte der Niederschläge ist Regen, ein Drittel Schnee und der Rest Mischniederschlag (ECKEL 1938). Die mittlere Jahrestemperatur beträgt in Davos (1561 m) 2.7°C und auf der Schatzalp (1868 m) 2.4°C. Während des ganzen Jahres können im Untersuchungsgebiet Fröste und Schneefall auftreten. Die schneefreie Vegetationsperiode ist von Exposition und Relief abhängig. Sie beträgt auf den Untersuchungsflächen ungefähr fünf Monate. Im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten (1901-1960) von Temperatur und Niederschlag ergab die Witterung während der Untersuchungsperiode folgende charakteristische Merkmale und Abweichungen, insbesondere für Davos, 1580 m (Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt):

1981/82 Winter (Monate: XI-IV)

- 1981 kalt, Januar mild, März und April sehr kalt
- sehr niederschlagsreich, Februar und April sehr trocken
- Mai anfangs kalt, gegen Ende kräftige Erwärmung, Juni warm
- Juni sehr niederschlagsreich

1982 Frühling (V-VI)

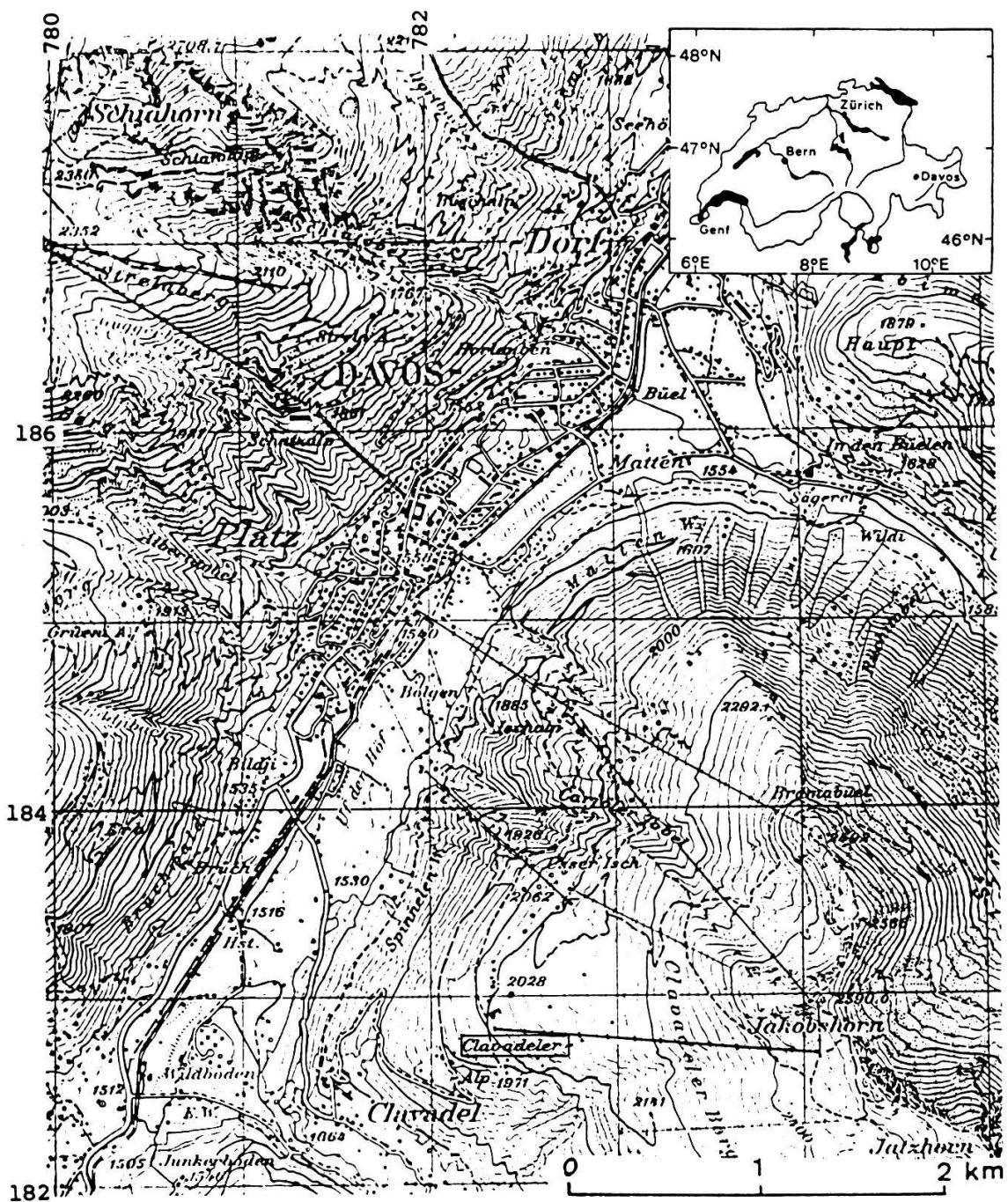


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes; Ausschnitt aus der LK Blatt 248, 1:50.000 (Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie von 30.1.1987).

Fig. 1. Location of the study area and its relationship to other places in Switzerland. Scale 1:50.000.

- 1982 Sommer und Herbst (VII-X)
- ganze Periode mit überdurchschnittlichen Temperaturen
  - August nass, im übrigen relativ trocken
- 1982/83 Winter (XI-IV)
- bis Ende Januar sehr mild, Februar sehr kalt, März und April warm
  - Januar sehr niederschlagsreich, Februar und März trocken
- 1983 Frühling (V-VI)
- Mai kalt, anfangs Juni sprunghafte Erwärmung bis zu hochsommerlichen Werten
  - Mai sehr nass, Juni trocken
- 1983 Sommer und Herbst (VII-X)
- sehr warm
  - Juli sehr trocken, September überdurchschnittlich niederschlagsreich
- 1983/84 Winter (XI-IV)
- 1983 und Januar warm, nachher kalt
  - Niederschlagsmengen etwas unter dem Durchschnitt, anfangs Februar starker Schneezuwachs, April trocken
- 1984 Frühling (V-VI)
- kalt
  - Niederschlag etwas unter dem Durchschnitt

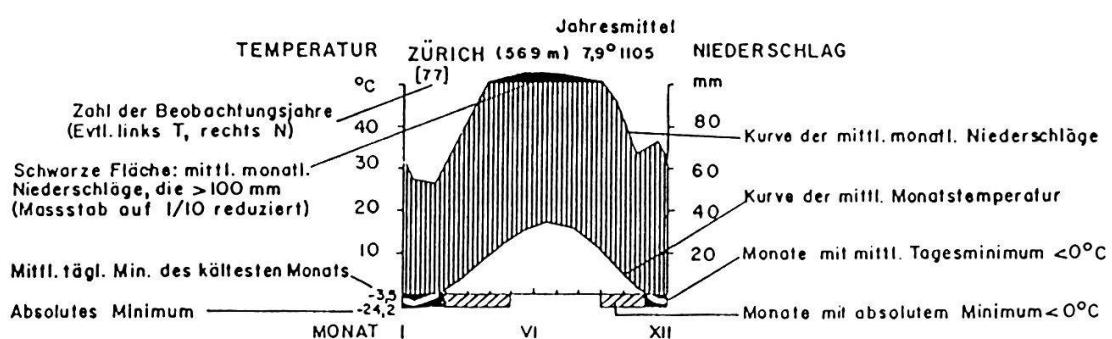
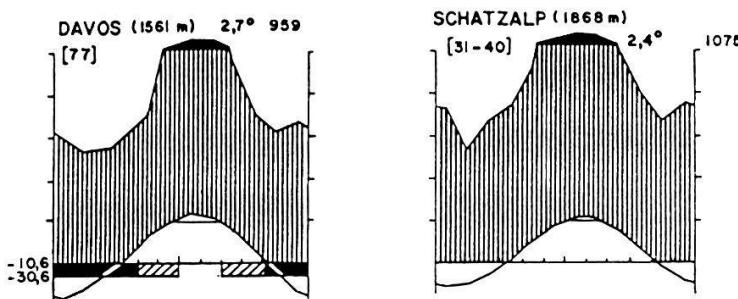


Abb. 2. Klimadiagramme nach WALTER und LIETH (1960-1967) von Davos, Schatzalp und Zürich aus GIGON (1971).

Fig. 2. Climatic diagrams after WALTER and LIETH (1960-1967) of Davos, Schatzalp, and Zürich from GIGON (1971).

### 2.1.3. Geologie

Das Jakobshorngebiet gehört zur Silvretta-Decke und besteht aus Silikatgesteinen. Im oberen Teil der Westseite sind es Amphibolitgneise mit Übergang zu Hornblendegneisen, wechsellarnd mit glimmerreichen Gneisen und Glimmerschiefern. Weiter unten sind es biotitreiche Gneise und Moränenablagerungen aus der letzten Eiszeit (Geotechnische Karte 1963).

### 2.1.4. Skibetrieb auf der Clavadeler Alp

Seit 1958 die Luftseilbahn auf das Jakobshorn und 1959 der Skilift "Clavadeler Alp" in Betrieb genommen wurden, ist der untersuchte Hang eine beliebte Abfahrtstrecke. Nach dem Aufkommen der Pistenmaschinen konnte die Piste ab Ende der sechziger Jahre maschinell präpariert werden. Im Winter 1982/83 erzielte der Skilift "Clavadeler Alp" einen Tagesdurchschnitt von 3008, im Spitzemonat Februar einen solchen von 3443 Personen (GUENTER 1985). Die Skisaison beginnt meistens an Weihnachten und dauert in der Regel bis Ostern. Doch je nach Schneeverhältnissen und Witterung wird bis Ende April skigefahren.

## 2.2. LAGE DER UNTERSUCHUNGSFLAECHEN UND VERSUCHSANORDNUNG

Die Untersuchungen in Fettwiesen wurden auf der Oberen Clavadeler Alp (ca. 2040 m) durchgeführt, die gegen Westen exponiert ist und deren Hangneigung zwischen 25% und 40% liegt (Abb. 1 und 3).

Im Jahr 1926 wurde auf der Clavadeler Alp eine umfassende Melioration ausgeführt. Aus dem verödeten kupierten Gelände mit Mähdern, die nur alle zwei Jahre gemäht werden, entstand eine ausgebaute Alpwiese mit alljährlich gutem Ertrag (GUENTER 1985).

Von der Artenzusammensetzung her können die Bestände zu den mutternreichen Goldhaferwiesen (Polygono-Trisetion) (ZUMBUEHL 1986) gerechnet werden. Auf Grund einer Untersuchung der Höhendifferenzierung des Polygono-Trisetion-Verbandes gehören diese Fettwiesen der Potentilla aurea-Subassoziation der Hang-Triseten (Campanula scheuchzeri-Trisetum flavescens-Gesellschaft) an (HUNDT 1985).

Der Boden besteht aus lehmig-sandiger, sehr skelettreicher sowie ziemlich flachgründiger saurer Braunerde (KRAUSE 1986).

Die Wiesen werden seit der Melioration einmal pro Jahr etwa Ende Juli gemäht und im Herbst schwach beweidet. Der untersuchte Bestand wird alljährlich einmal im Herbst mit Stallmist und Gülle gedüngt, der untere Pistenteil beim Restaurant im Frühling nochmals mit Gülle. Infolge der jährlichen Mistgabe ist der Boden in den Fettwiesen nur mässig sauer und hat eine grosse Regenwurmaktivität. Der pH-H<sub>2</sub>O Wert in 10 cm Bodentiefe beträgt 6.1 (n=19) und in 20 cm Tiefe 6.3 (n=9).

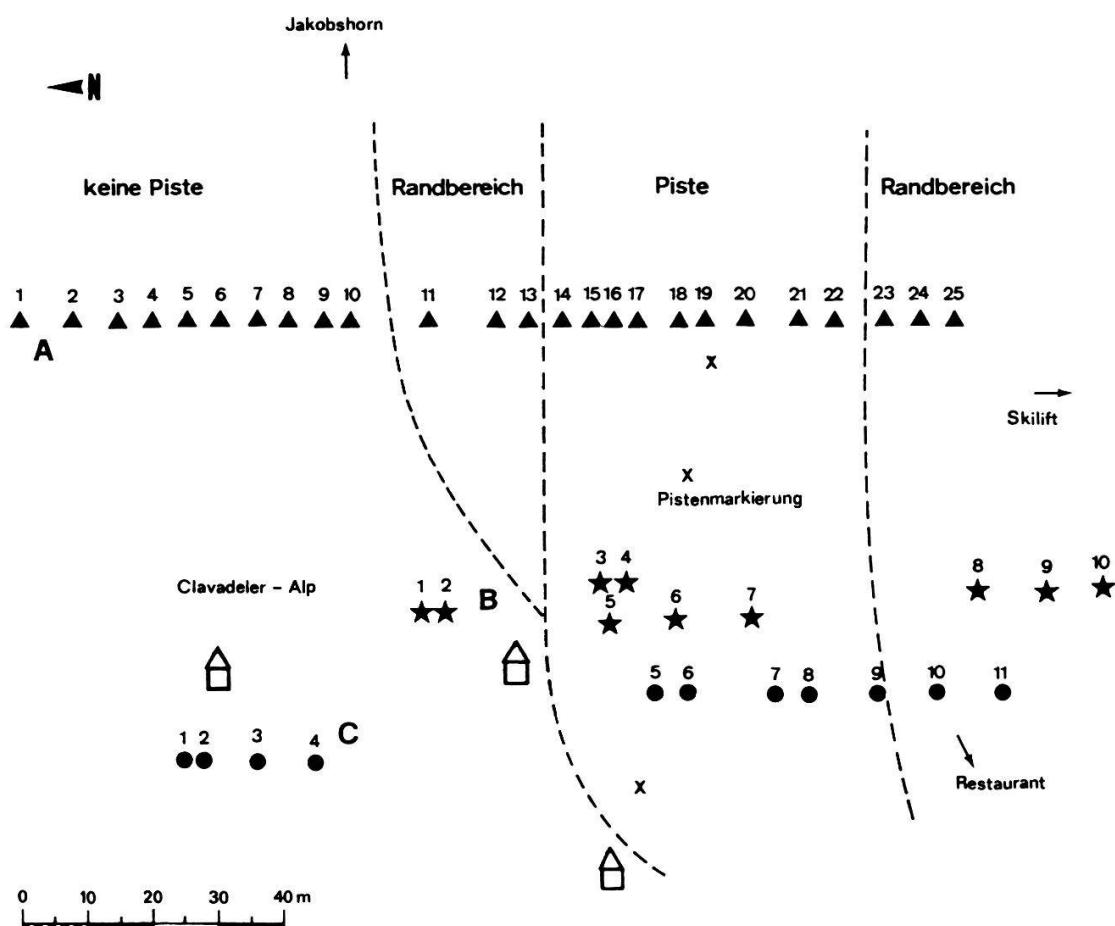


Abb. 3. Lage der Untersuchungsflächen im beobachteten Pistenabschnitt.  
 Fig. 3. Situation of the investigated plots within the ski run observed.

Transekten: ▲ A, ★ B, ● C

Insgesamt wurden drei Transekte eingerichtet: ein 140 m langer Transekt A und je ein ungefähr 100 m langer Transekt B und C (Abb. 3). In den Transekten wurden 1 m<sup>2</sup> (125x80 cm)-Flächen mit zwei Holzpfosten markiert, 25 im Transekt A, 10 im Transekt B und 11 im Transekt C. Die Flächen lagen teilweise neben der Piste, auf der Piste und dazwischen im weniger oft präparierten Randbereich.

Es wurden vorwiegend Flächen mit möglichst wenig Relief ausgewählt, welche ungefähr die gleiche Neigung aufwiesen. Der Abstand zwischen den einzelnen Flächen war daher variabel.

### 2.3. METHODEN

#### 2.3.1. Ausaperung

Im Bereich der Transekte wurde im Frühling 1983 und 1984 der Verlauf der Ausaperung verfolgt. Dabei wurden die Höhe der Schneedecke, die Mächtigkeit einer allfälligen auf dem Boden anliegenden Eisschicht, sowie die Frosttiefe des Bodens gemessen.

#### 2.3.2. Phänologische Beobachtungen

In jedem markierten Quadratmeter der drei Transekte wurde 1982 zwischen dem 22. Juni und dem 14. Juli dreimal und 1983 zwischen dem 4. Juni und dem 20. Juli sechsmal eine phänologische Aufnahme gemacht. Bei diesen Untersuchungen wurden die folgenden vier Entwicklungsphasen unterschieden: Blütenknospen, Blüten, verwelkte Blüten und Früchte. Bei 18 häufigeren Arten wurde die Anzahl der Individuen in den verschiedenen phänologischen Phasen erfasst. Berücksichtigt wurden die folgenden 18 Arten: Alchemilla sp. in den meisten Fällen A. monticola, Crocus albiflorus, Geranium silvaticum, Ligusticum mutellina, Myosotis silvatica, Poa alpina, P. supina, Potentilla aurea, Ranunculus acer, R. montanus, Rumex arifolius, Silene dioeca, Soldanella alpina, Taraxacum officinale s.l., Trifolium badium, T. pratense-nivale, T. repens und Trollius europaeus. Nur Pflanzenindividuen mit Blütentrieben wurden berücksichtigt. Die ma-

ximale Anzahl Individuen, die je in einer Fläche gezählt wurde, stellte den 100%-Wert dar. Alle anderen Werte sind hierauf bezogen worden. Die Aufnahme Nr. 17 des Transektes A wurde im Jahr 1983 bei den phänologischen Beobachtungen und beim Schnitt nicht mehr berücksichtigt, weil sich dort eine schwache Rille befand.

### 2.3.3. Pflanzensoziologische Aufnahmen

Die Vegetation der Flächen wurde nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (BRAUN-BLANQUET 1964, MUELLER-DOMBOIS 1977) beschrieben. Zur Schätzung der Deckung der einzelnen Arten wurde eine verfeinerte Skala, leicht abgeändert nach BARKMAN et al. (1964), verwendet (Tab. 1). Die Nomenklatur der Blütenpflanzen richtete sich nach HESS et al. (1976-1980). Von jedem markierten Quadratmeter der Transekte wurde vom 14.-17. Juli 1982 und vom 18.-19. Juli 1983, jeweils kurz vor dem Heuschnitt, eine Aufnahme gemacht. Nur von den Frühlingspflanzen Crocus albiflorus und Soldanella alpina wurde die höchste Deckung Mitte Juni berücksichtigt.

Tab. 1. Schätzskala für den Deckungsgrad und die Umwandlung in numerische Werte für die mathematische Auswertung.

Table 1. Scale for the estimation of plant cover and transformation used for numerical analyses.

Aufnahmeskala (nach BARKMAN et al. 1964) leicht abgeändert	Skala der Vegetations- tabelle	Deckungs- bereich %	Bei der numerischen Aus- wertung verwendete Werte	
			Ordinal Skala	Oekologische Zeigerwerte (nach LAN- DOLT 1977)
+	+	<1.0	1	1
1	1	1.0 - <5.0	2	2
2a	2	5.0 - <12.5	3	3
2b	3	12.5 - <25.0	4	3
3a	4	25.0 - <37.5	5	4
3b	5	37.5 - <50.0	6	4
4a	6	50.0 - <62.5	7	5
4b	7	62.5 - <75.0	8	5
5a	8	75.0 - <87.5	9	6
5b	8	87.5 - 100	9	6

#### **2.3.4. Oekologische Zeigerwerte**

Für sämtliche Vegetationsaufnahmen, Artengruppen und Aufnahmegruppen wurden die mittleren ökologischen Zeigerwerte nach LANDOLT (1977) berechnet. Die Artmächtigkeit wurde gemäss Tabelle 1 gewichtet.

#### **2.3.5 Ertragserhebung**

Zum örtlichen Zeitpunkt der Heuernte wurde 1982 und 1983 in den markierten Quadratmeter-Flächen der drei Transekte die oberirdische Biomasse bestimmt (1982: 16.-17. Juli, 1983: 21.-26. Juli). Zu diesem Zweck wurde innerhalb jedes Quadratmeters das Pflanzenmaterial etwa 1 cm über der Bodenoberfläche mit einer elektrischen Rasenschere und einer Sichel abgeschnitten. Hierauf wurde das Frischgewicht ermittelt und eine Probe von 500 g zur Bestimmung des Trockensubstanzanteils genommen. Diese Proben wurden während 24 Stunden bei 110°C getrocknet und anschliessend gewogen.

Infolge der niedrigen Schnitthöhe gegenüber derjenigen mit den Mähmaschinen fielen die Erträge verhältnismässig hoch aus. Für einen ungehinderten Durchgang der Mähmaschine wurden die Pfosten unmittelbar vor der Heuernte tiefer in den Boden eingeschlagen. So waren sie auch kein Hindernis auf der Piste, und die Flächen konnten dennoch leicht wiedergefunden werden.

#### **2.3.6. Nährstoffanalysen**

Für die chemischen Analysen wurden, im Hinblick auf eine möglichst einheitliche Reihe, zwölf Flächen des Transektes A ausgewählt, acht Flächen im Pistenbereich und vier daneben. Die andern Flächen des Transektes A lagen auf einem grossen flachen Buckel, und ihre Standortsfaktoren wichen so stark von den obengenannten zwölf Flächen ab, dass ein Unterschied bei den Analysen zum vornherein angenommen werden konnte.

Im Jahr 1983 wurden die Grasproben auf ihren Nährstoffgehalt (Rohasche, Rohprotein, Rohfaser, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium) an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, FAP Zürich-Reckenholz, analysiert.

Aus den Rohnährstoffen wurde die Netto-Energie-Laktation (NEL) nach SCHNEEBERGER und LANDIS (1984) berechnet. Die Netto-Energie-Laktation bezeichnet die Wirkung des Produktionsfutters für die Milchbildung (PETERER 1985).

## 2.4. AUSWERTUNG

### 2.4.1. Pflanzensoziologische Auswertung

Für die Auswertung der Transekte wurden die Aufnahmen des Jahres 1983 mit Ergänzung der Arten, die nur 1982 beobachtet wurden, berücksichtigt. Wichtige Ziele bei der Auswertung der Vegetationsdaten sind das Erkennen von Strukturen und Gradienten und ihre Darstellung als Gruppen von Aufnahmen und Arten (ZUMBUEHL 1983). Das Einordnen in Gruppen so mannigfaltiger Daten bleibt ein künstliches Vorgehen, das nie ganz befriedigen kann. Verschiedene Aufnahmen und Arten liessen sich nur schwer in eine Gruppe einteilen.

Mit Hilfe des von WILDI und ORLOCI (1983) beschriebenen Fortran IV-Pakets wurden die Daten analysiert. Die Berechnungen wurden auf der CDC-Computeranlage des Rechenzentrums der ETH-Zürich durchgeführt. Merkliche Unterschiede in der Deckung gaben Anlass, nicht nur die Präsenz/Absenz, sondern auch den Deckungswert der Arten zu berücksichtigen. Zunächst mussten die Deckungsschätzungen in numerische Werte transformiert werden. Es wurde die von VAN DER MAAREL (1979) vorgeschlagene ordinale Skala verwendet (Tab. 1). Mit dem "Crossproduct" ( $\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}$ ) als Ähnlichkeitsmaß wurde eine Ähnlichkeitsmatrix berechnet. Daraus wurden mit einer Hauptkomponentenanalyse Ordinationskoordinaten berechnet, die zum Ausdrucken der Streudiagramme von Aufnahmen und Arten benutzt wurden. Ebenfalls wurde eine "Cluster"-analyse durchgeführt mit VAN DER MAARELS Koeffizient als Ähnlichkeitsmaß.

Die endgültige Tabellenordnung ist eine Kombination der Klassifikation "von Hand" und des numerischen Verfahrens, wobei die "Cluster"-analyse und die Ordination wichtige Hinweise lieferten.

#### **2.4.2 Auswertung der Zeigerwerte**

Mit den nach LANDOLT (1977) berechneten mittleren Zeigerwerten wurde das ökologische Verhalten der Aufnahmen und der Aufnahme- und Artengruppen der Vegetationstabelle beschrieben. Ausgegangen wurde von mittleren Verhältnissen für Feuchtigkeit, Reaktion, Nährstoff, Humusgehalt und Durchlüftung des Bodens und Lichtbedürfnis der Pflanzen. Deshalb werden hier einzige Abweichungen besprochen.