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: 4: Ergebnisse

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: 13.12.2025

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

4. ERGEBNISSE

4.1. UEBERSICHT UND GLIEDERUNG DER VEGETATIONSAUFNAHMEN

Das in Abb. 5 dargestellte Ordinationsmodell enthält alle 1978 erfassten Aufnahmen, die in den Gesamtvegetationstabellen (Beilagen 7-9) aufgeführt sind. Daraus geht hervor, dass sich die Aufnahmen auf vier Gruppen verteilen. Diese grobe floristische Einteilung hat ihre Ursache in Standortsunterschieden:

- 116 Aufnahmen entstammen unbegrünten Skipistenplanierungen mit saurem Silikat als Untergrund (Gesamtvegetationstabelle vgl. Beilage 7)
- 63 Aufnahmen entstammen unbegrünten Skipistenplanierungen mit Dolomit als Untergrund (Gesamtvegetationstabelle vgl. Beilage 9)
- 58 Aufnahmen wurden auf begrünten Skipistenplanierungen des sauren Silikates erhoben (Gesamtvegetationstabelle vgl. Beilage 8)
- 4 Aufnahmen wurden auf begrünten Skipistenplanierungen des Dolomites erhoben (Gesamtvegetationstabelle vgl. Beilage 9).

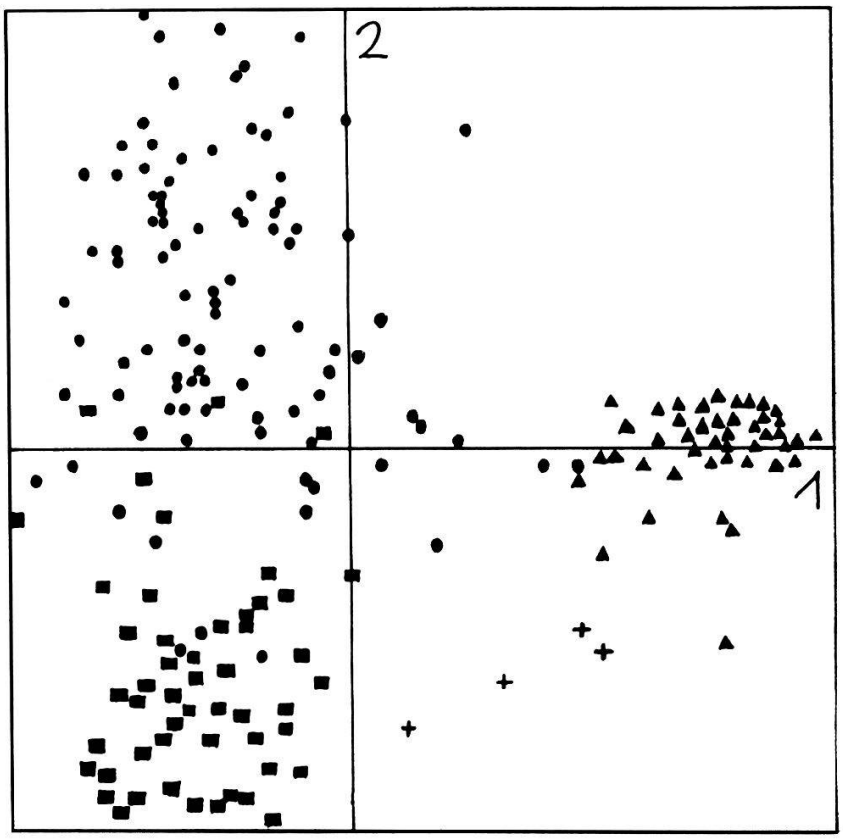
Der Uebergang zwischen den zum grössten Teil deutlich voneinander getrennten Aufnahmen der begrünten und unbegrünten Planierungen ist nicht sprunghaft, sondern fliessend (vgl. Abb. 5). Für die weitere Auswertung ist aber eine klare Trennung zwischen Aufnahmen begrünter und unbegrünter Planierungen zweckmässig. Deshalb werden nur Aufnahmeflächen, welche

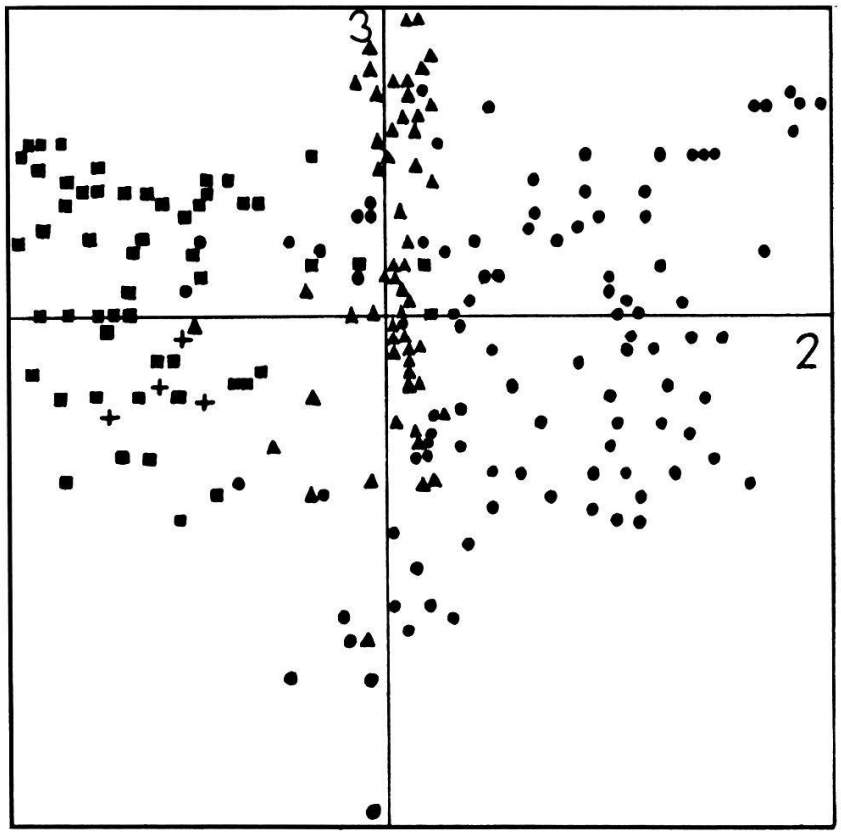
---

Abb. 5 (S. 33). Ordination der 1978 erfassten 241 Vegetationsaufnahmen (Hauptkomponentenanalyse); die ersten drei Achsen sind dargestellt.

Fig. 5 (p. 33). Ordination by principal component analysis of the 241 relevés recorded in 1978; the first three axes are represented.

- ● Aufnahme unbegrünter Planierungen auf saurem Silikat
  relevé of unsown levelled ski runs on acidic silicate
- ▲ Aufnahme unbegrünter Planierungen auf Dolomit
  relevé of unsown levelled ski runs on dolomite
- ■ Aufnahme begrünter Planierungen auf saurem Silikat
  relevé of sown levelled ski runs on acidic silicate
- + Aufnahme begrünter Planierungen auf Dolomit
  relevé of sown levelled ski runs on dolomite


2
1


3
2

die folgenden zwei Bedingungen erfüllen, zu den begrünten Planierungen gezählt:

- Der Deckungsgrad der angesäten Pflanzen ist mindestens halb so gross wie derjenige der natürlich aufgekommenen Pflanzen.
- Der Deckungsgrad der angesäten Arten beträgt mindestens 0.2%.

Für sichere Aussagen reichen die vier Aufnahmen des begrünten Teilstükkes der Planierung 2 und 3 auf Dolomit (vgl. Beilage 1) nicht aus. Sie werden deshalb mit den Aufnahmen der unbegrünten Flächen des Dolomites zu einer Gruppe zusammengefasst (vgl. Kap. 4.3.1.).

Eine Struktur innerhalb der grossen, oben erwähnten Gruppen ist schwer erkennbar. Eine Aufteilung der Vegetationsaufnahmen entsprechend den Ergebnissen des Ordinationsmodelles (Abb. 5) in drei Teildatensätze lässt eine differenziertere Untersuchung und Beschreibung einzelner Gruppen zu. Wie aus Kap. 3.1.3. hervorgeht, werden Aufnahmeflächen, die nur von Flechten oder Steinmoosen bewachsen sind, wie vegetationslose behandelt.

4.2. UNBEGRUENTE SKIPISTENPLANIERUNGEN AUF SAUREM SILIKAT

4.2.1. Vegetation und Standort

Auf den Skipistenplanierungen ist im allgemeinen nur ein kleiner Teil des Bodens mit Vegetation bedeckt, währenddem der Deckungsgrad der Vegetation auf ungestörten Vergleichsflächen über 70%, oft sogar über 80% beträgt (vgl. Abb. 6). Zum Beispiel wurden auf den beiden in Abb. 6 dargestellten, aus der Luft aufgenommenen, sieben Jahre alten Planierungsabschnitten 2 und 3 am Rinerhorn (vgl. Beilage 4) folgende mittlere Werte festgestellt:

- auf 55% der Fläche bedeckt die Vegetation weniger als 0.1% des Bodens
- auf 15% der Fläche beträgt die Vegetationsbedeckung 0.1-1%
- auf 30% der Fläche beträgt die Vegetationsbedeckung 1-10%.

Die zur Beschreibung der Vegetation dienende Tabelle (Abb. 7) bestätigt die geringe Vegetationsdichte, die auf den 116 Flächen der unbegrünten Planierungen des sauren Silikates im Mittel nur 3.6% beträgt. Die vereinfachte Tabelle enthält in der Regel nur Arten, die in mehr als 10% der Aufnahmen vorkommen oder in einer Fläche einen grösseren Deckungsgrad als 6.3% aufweisen. Arten, welche diese Bedingungen nicht erfüllen, ergänzen die Tabelle nur, falls sie zur Beurteilung der Datenstruktur wichtig sind.

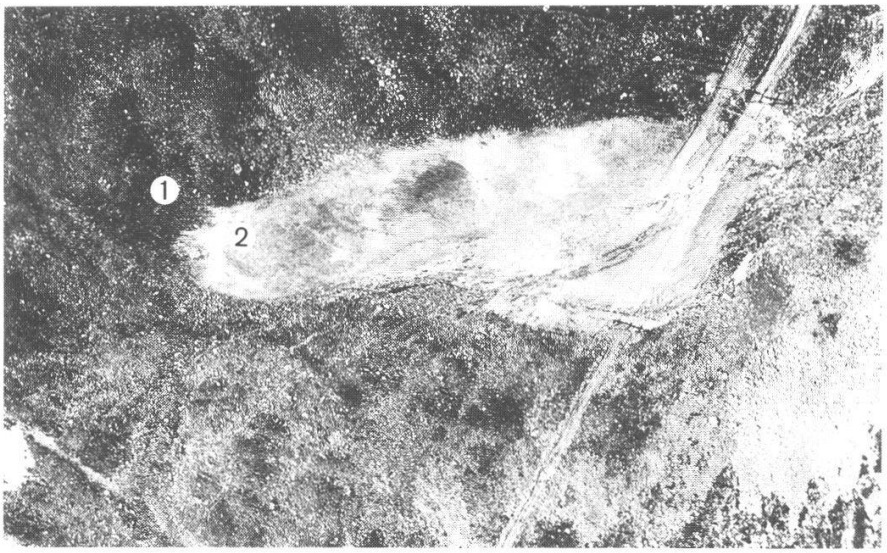
Die floristische Aufteilung der Vegetation auf den unbegrünten Planierungen des sauren Silikates ergibt 8 Gruppen von Vegetationsaufnahmen. Zwischen den Gruppen bestehen oft fliessende Uebergänge. Die Vegetationstabelle (Abb. 7) und die hier nicht abgebildete Ordination des Teildatensatzes der unbegrünten Aufnahmen auf saurem Silikat zeigen diesen Sachverhalt deutlich.

4.2.1.1. Beschreibung der Artengruppen

Neben der Ordination dient die Beschreibung der Artengruppen (Abb. 7) als Grundlage für die Klassifikation der Vegetationsaufnahmen. Deshalb werden die einzelnen Artengruppen nachfolgend kurz erläutert.

Artengruppen As 1 und As 2

Die Arten dieser Gruppen weisen auf eine lange Schneebedeckung und auf eine kurze Vegetationsperiode hin. Sie ertragen keine Austrocknung. Die



a.

50 m

b. ① 0.3 m ② 0.3 m

Abb. 6. Vergleich einer ungestörten mit einer planierten Fläche.
Fig. 6. Comparison between an undisturbed plot and a levelled plot.

a. Luftaufnahme der Planierung - aerial photograph of the levelled ski run
b. Nahaufnahmen der ungestörten Fläche neben der Planierung (1) und der planierten Fläche (2) - close-up of the undisturbed surface outside the levelled ski run (1) and of the levelled ski run (2)

Arten der Gruppe As 1 sind etwas stickstoffzeigend. Cardamine alpina (As 2) fehlt in der typischen Schneetälchenvegetation.

Artengruppen As 3 und As 4

Die Arten dieser Gruppen sind Alpenrasenpflanzen, welche bei nicht allzu ungünstigen Standortsbedingungen auch ohne intakten, durchwurzelten Oberboden aufkommen und sich im allgemeinen schneller auszubreiten vermögen als Alpenrasenpflanzen der Gruppen As 5 und As 6. Arten der Gruppe As 3 sind auf Flächen mit ansatzweise geschlossener Pflanzendecke etwas weniger häufig anzutreffen als diejenigen aus As 4.

Artengruppen As 5 und As 6

Beide Artengruppen sind hauptsächlich auf Flächen vertreten, welche stellenweise Ansätze zu einer geschlossenen Vegetation aufweisen. Die Arten sind Alpenrasenpflanzen, welche nur auf Flächen mit einem wenigstens teilweise intakten, durchwurzelten Oberboden wachsen.

Artengruppe As 7

Die einzige Art dieser Gruppe, Poa alpina, wächst auf vielen Aufnahmeflächen. Ihr Vorkommen ist vor allem mit Arten aus den Gruppen As 1, As 2, As 3 oder As 4 kombiniert.

Artengruppe As 8

Diese Artengruppe besteht nur aus Chrysanthemum alpinum. Sie fehlt auf Flächen mit Schneetälchencharakter, zeigt im übrigen eine relativ gleichmässige Verteilung über alle Vegetationseinheiten.

Artengruppe As 9

Die einzige Art dieser Gruppe, Cardamine resedifolia, ist eine Schutt- und Felspflanze, die im allgemeinen vegetationsarme Flächen bevorzugt.

Artengruppe As 10

Moose kommen in fast allen Aufnahmen vor; in einigen wenigen dominieren sie.

Artengruppe As 11

Diese Gruppe besteht aus Arten, welche in mehreren Flächen vorkommen und keine typische Verteilung aufweisen.

Artengruppe As 12

Die zu dieser Gruppe gehörenden Arten mit langen unterirdischen Ausläufern vermögen vereinzelt vegetationslose oder -arme Stellen auf eher tiefer gelegenen Planierungen zu besiedeln.

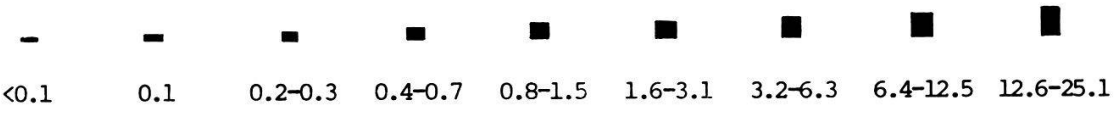
Artengruppe As 13

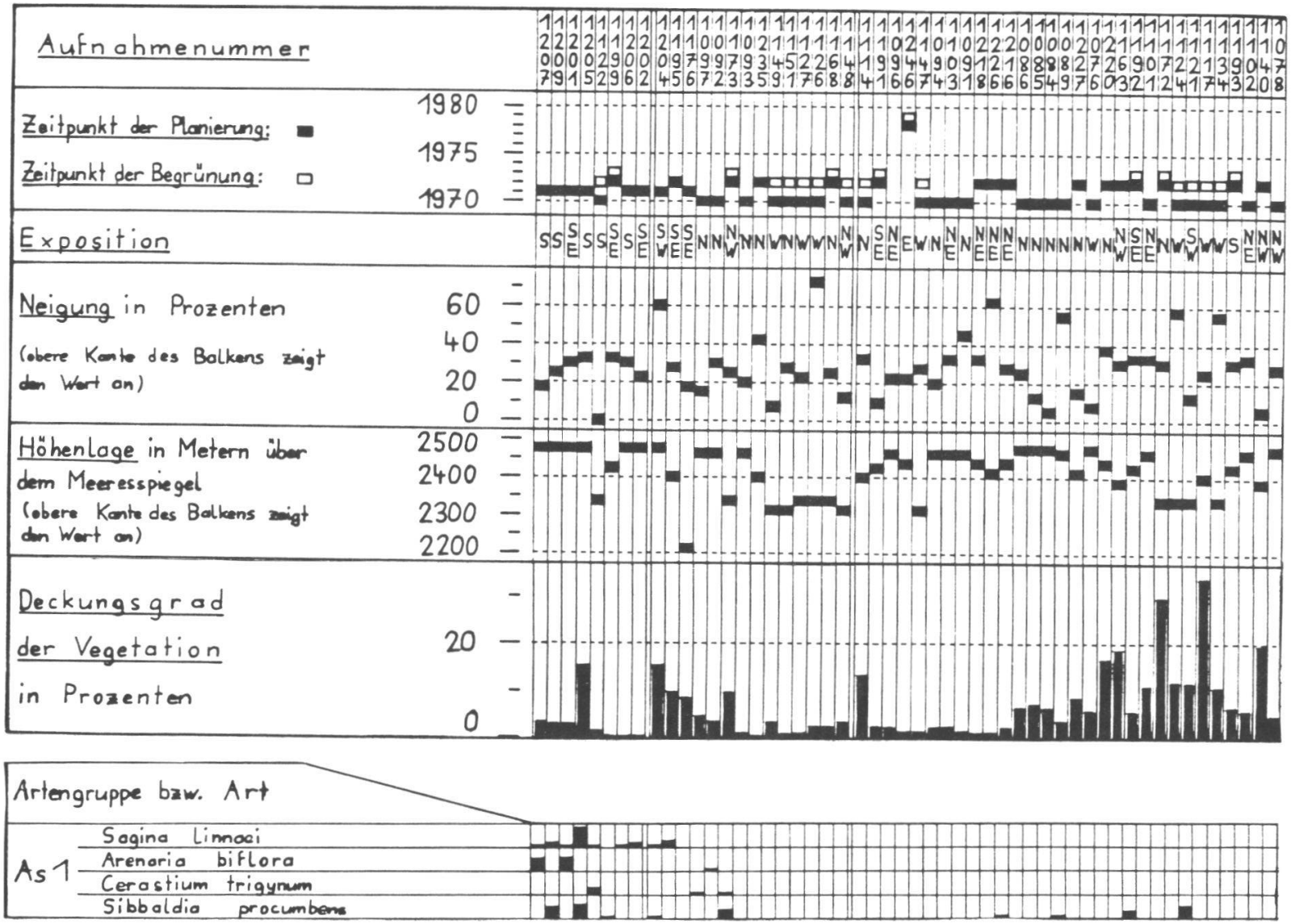
Die Pflanzen dieser Artengruppe stammen aus angesätem Saatgut.

Abb. 7 (S. 38-41). Vegetationstabelle der 1978 erfassten Aufnahmeflächen der unbegrünten Skipistenplanierungen auf saurem Silikat.

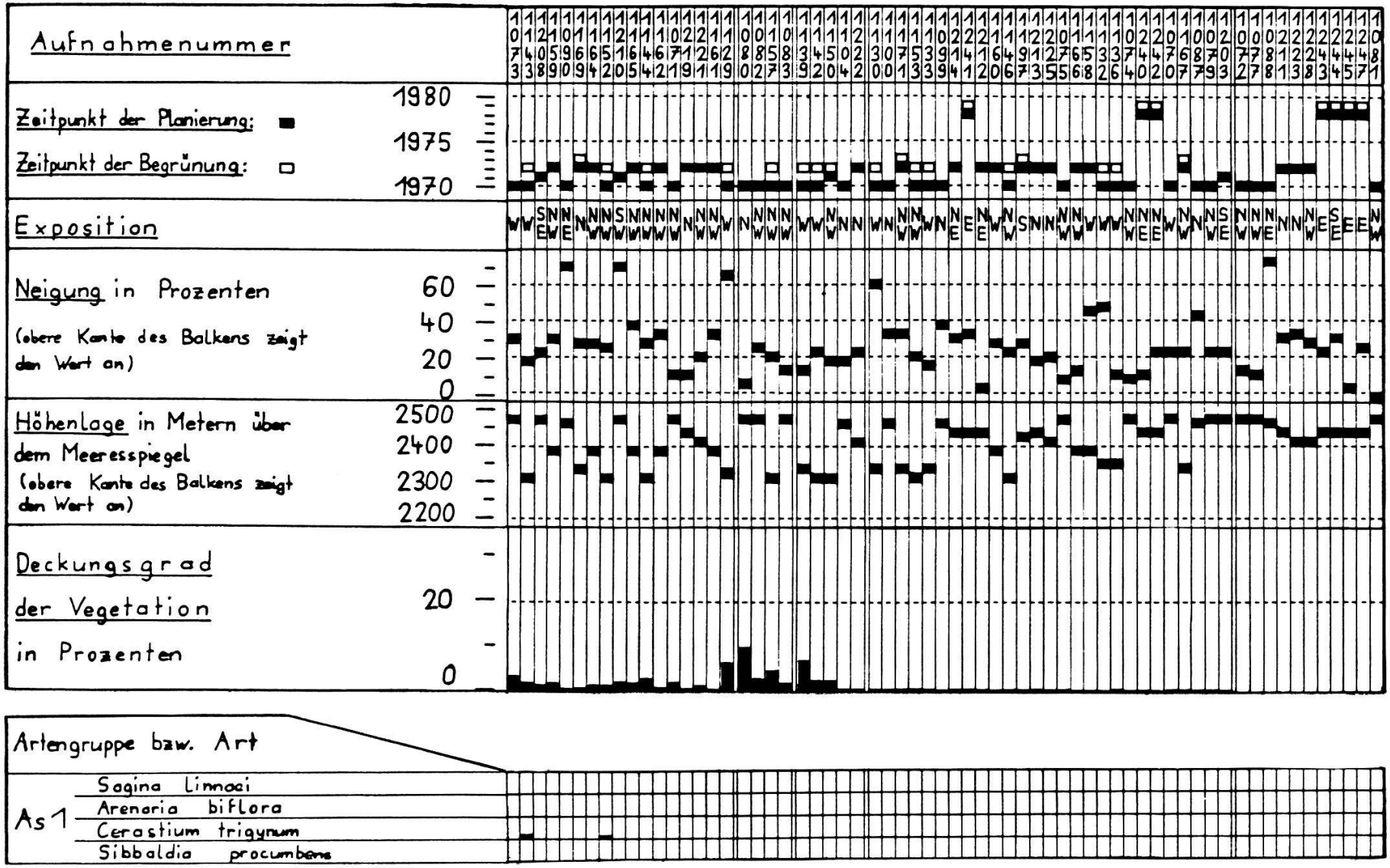
Fig. 7 (p. 38-41). Vegetation table of the relevés of unsown levelled ski runs on acidic silicate, recorded in 1978.

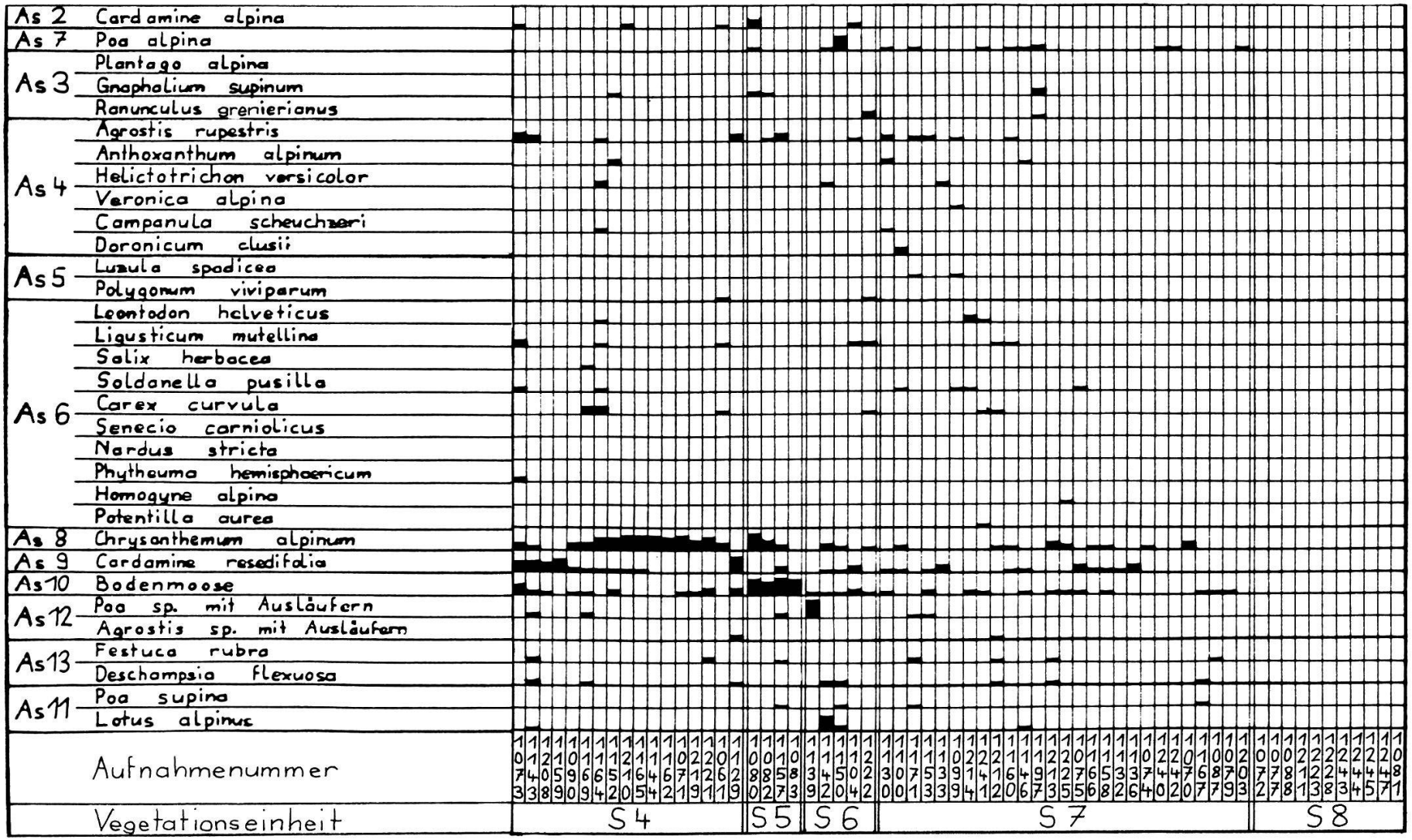
Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):




Aufnahmenummer
Zeitpunkt der Planierung:
Zeitpunkt der Begrünung:
1980
1975
1970
Exposition
Neigung in Prozenten
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
60
40
20
0
Höhenlage in Metern über dem Meeresspiegel
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
2500
2400
2300
2200
Deckungsgrad der Vegetation in Prozenten
20
0
Artengruppe bzw. Art
As 1
Sagina Linnaei
Arenaria biflora
Cerastium trigynum
Sibbaldia procumbens

| | | Aufnahmenummer | | |


Aufnahmenummer
Zeitpunkt der Planierung:
Zeitpunkt der Begrünung:
1980
1975
1970
Exposition
Neigung in Prozenten
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
60
40
20
0
Höhenlage in Metern über dem Meeresspiegel
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
2500
2400
2300
2200
Deckungsgrad der Vegetation in Prozenten
20
0
Artengruppe bzw. Art
As 1
Sagina Linnaei
Arenaria biflora
Cerastium trigynum
Sibbaldia procumbens


As 2 Cardamine alpina
As 7 Poa alpina
As 3 Plantago alpina
Gnaphalium supinum
Ranunculus grenierianus
As 4 Agrostis rupestris
Anthoxanthum alpinum
Helictotrichon versicolor
Veronica alpina
Campanula scheuchzeri
Doronicum clusii
As 5 Luzula spadicea
Polygonum viviparum
As 6 Leontodon helveticus
Ligusticum mutellina
Salix herbacea
Soldanella pusilla
Carex curvula
Senecio carniolicus
Nardus stricta
Phytheuma hemisphaericum
Homogyne alpina
Potentilla aurea
As 8 Chrysanthemum alpinum
As 9 Cardamine resedifolia
As 10 Bodenmoose
As 12 Poa sp. mit Ausläufern
Agrostis sp. mit Ausläufern
As 13 Festuca rubra
Deschampsia flexuosa
As 11 Poa supina
Lotus alpinus
Aufnahmenummer
Vegetationseinheit
S4
S5
S6
S7
S8

4.2.1.2. Beschreibung der Vegetationseinheiten

Im folgenden werden die durch die Ordination gewonnene Klassifikation der Vegetationsaufnahmen und die Zeigerwert-Analyse (Tab. 3) diskutiert.

Vegetationseinheit S 1

Flächen, welche mit einer kurzen schneefreien Zeit, also einer kurzen Vegetationsperiode, vorlieb nehmen müssen, sind im allgemeinen von Schneetälchenarten besiedelt. Zur verzögerten Schneeschmelze tragen Eigenschaften des Standortes wie geringe Neigung, Muldenlage oder windgeschützte Lage bei. Je höher die Flächen gelegen sind, um so weniger ausgeprägt brauchen die oben umschriebenen Eigenschaften zu sein (z.B. die Flächen 1207 und 1209). Allerdings gibt es Flächen (1075, 1076, 1084), welche bezüglich des Standortes und der Dauer der Schneebedeckung eindeutig dieser Einheit zugeordnet werden müssten, aber aufgrund der aus unerklärlichen Gründen fehlenden Schneetälchenarten anderen Einheiten angehören.

Neben den eigentlichen Schneetälchenarten treten auf den Flächen dieser Vegetationseinheit auch oft Arten aus den Artengruppen As 2 und As 3 auf. Zudem beträgt der Deckungsgrad der Gesamtvegetation auf allen Flächen über 0.5%. Die Zeigerwerte der meisten Schneetälchenarten sowie von Poa alpina weisen darauf hin, dass der Standort dieser Vegetationseinheit im allgemeinen etwas reicher mit Nährstoffen versorgt ist als der Boden einer durchschnittlichen Planierung.

Tab. 3. Mittlere Zeigerwerte (nach LANDOLT 1977) von den Vegetationseinheiten der unbegrünten Skipistenplanierungen auf saurem Silikat.

Table 3. Mean indicator values (after LANDOLT 1977) of the vegetation units on unsown levelled ski runs on acidic silicate.

* Bodenmoose nicht berücksichtigt - mosses not taken into consideration

Vegetationseinheit (vgl. Abb. 7)	Mittlere Zeigerwerte			
	Nährstoffzahl	Humuszahl	Dispersitätszahl	Kontinentalitätszahl
S 1	2.7	3.2	3.7	2.5
S 2	2.6	3.2	3.6	2.9
S 3	2.3	3.4	3.6	2.8
S 4	2.1	3.3	3.4	3.0
S 5*	2.2	3.5	3.7	2.9
S 6	2.8	3.0	3.5	3.0
S 7	2.5	3.2	3.5	2.9
Gesamte Vegetation	2.5	3.3	3.6	2.9

Vegetationseinheit S 2
Zu dieser Einheit gehören Flächen, deren Deckungsgrad der Gesamtvegetation mindestens 0.5% beträgt und deren oberste Bodenschichten inbezug auf den Feinerde- oder Humusgehalt oder andere günstige Bedingungen einigen ausgewählten Rasenpflanzen (Artengruppen As 2, As 3 und As 4) ein Aufkommen erlauben. Flächen, welche in der obersten Bodenschicht nur einen kleinen Feinerdegehalt aufweisen (1148, 1151 und 1176), sind unterhalb 2350 m gelegen und apern später aus als aufgrund ihrer Höhenlage zu erwarten wäre. Trotz des geringen Feinerdegehaltes trocknen sie deshalb im Sommer nicht aus.
Der Standort dieser Vegetationseinheit entspricht aufgrund der mittleren Zeigerwerte ungefähr dem Durchschnitt einer Planierung.

Vegetationseinheit S 3
Die Aufnahmen dieser Einheit weisen stellenweise Ansätze zu einer geschlossenen Pflanzendecke auf. Die humusreichen, durchwurzelten obersten Bodenschichten dieser Flächen wurden nur teilweise oder schwach abgetragen bzw. überschüttet, was sich bei einigen Flächen (1089, 1163) eindeutig im Humusgehalt der obersten Bodenschicht und dem oberflächlichen, gegenüber dem Durchschnitt (16.5%) erhöhten Feinerdeanteil von 65% bzw. 40% ausdrückt. Die Wurzeln und Sprosse in der nicht völlig abgetragenen oder zugeschütteten oberen Bodenschicht bilden den Ausgangspunkt für eine wieder aufkommende Pflanzendecke. Deshalb wachsen auf diesen Flächen Alpenrasenpflanzen, welche wegen ihrer langsamen Ausbreitung auf unzerstörte, wieder ausschlagende Sprosse angewiesen sind, wie z.B. die von GRABHERR (1978 und 1983) als typische Rasenbildnerin beschriebene Carex curvula. Neben diesen Arten aus den Gruppen As 5 und As 6 sind auch Rasenpflanzen aus As 3, vor allem aber aus As 4 gut vertreten.
Wie aus den mittleren Zeigerwerten hervorgeht, verdanken die Arten alpiner Rasen (Gruppen As 5 und As 6) ihr Aufkommen einem für Planierungen leicht überdurchschnittlichen Humusgehalt. Der vergleichsweise eher niedrige Nährstoffgehalt hemmt das Aufkommen dieser Arten offenbar nicht.

Vegetationseinheit S 4
In dieser Einheit besteht die Vegetation fast nur aus Chrysanthemum alpinum (Gruppe As 7) und/oder aus Cardamine resedifolia (Gruppe As 8). Der Deckungsgrad der Gesamtvegetation beträgt auf allen Flächen über 0.5%. Auf den Flächen dieser Einheit wurden die obersten Bodenschichten im allgemeinen ganz abgetragen oder völlig zugeschüttet. Offenbar erlaubten zum Teil feinerdereichere oder sonst günstig beschaffene Stellen in der oberen Bodenschicht ein Aufkommen der erwähnten Arten, die auf eine Ausbreitung durch Samen spezialisiert sind. Flächen oberhalb ca. 2450 m (1090, 1073, 1210) werden von den beiden Arten eher nur bei einem genügend grossen oberflächlichen Feinerdeanteil von über 10% besiedelt, hingegen Flächen aus tieferen Lagen (1143, 1152) zum Teil auch bei einem solchen unter 0.1%. Zwei der 17 Aufnahmen dieser Einheit (1090, 1210) weisen eine Neigung von über 70% auf.
Aus den vor allem durch Chrysanthemum alpinum und Cardamine resedifolia beeinflussten mittleren Zeigerwerten geht hervor, dass die Böden dieser Einheit im allgemeinen etwas schlechter mit Nährstoffen versorgt sind als diejenigen der anderen Einheiten.

Vegetationseinheit S 5
In den Aufnahmen dieser Einheit herrschen Bodenmoose vor. Entweder haben die Flächen eine feinerdereiche, feuchte Oberfläche (1080, 1082, 1083) oder diese ist durch eine lockere Schicht mehr oder weniger grosser Steine vor Austrocknung geschützt (1157).
Wegen der fehlenden Zeigerwerte für die Bodenmoose ist eine Charakterisierung durch mittlere Zeigerwerte nicht möglich.

Vegetationseinheit S 6
Dies ist eine Sammeleinheit anderweitig nicht klassifizierter Aufnahmen. Entweder herrschen Arten vor, welche in den anderen Einheiten nicht hervortreten, z.B. Arten aus den Gruppen As 10 und As 12, oder es treten in den übrigen Einheiten nicht vorkommende Artkombinationen auf. Die Dichte der Gesamtvegetation beträgt mindestens 0.5%.
Die Zeigerwerte weisen auf eine für Planierungen leicht überdurchschnittliche Versorgung mit Nährstoffen hin.
Vegetationseinheit S 7 und S 8
In der Einheit S 7 beträgt der Deckungsgrad der Vegetation auf allen Flächen weniger als 0.5%. Die Einheit S 8 vereint alle vegetationslosen Flächen.
Aufgrund der mittleren Zeigerwerte entsprechen die Aufnahmen der Einheit S 7 ungefähr dem durchschnittlichen Standort der unbegrünten Planierungen.
Bei einigen Flächen der Einheit S 7 bzw. S 8 lässt sich das Ausbleiben der Vegetation mehr oder weniger vom Standort her begründen:
Auf Flächen (1088, 1130) mit einer Neigung über 50% ist das Aufkommen der Vegetation erschwert.
Auf einigen Flächen (1153, 1136, 1166, 1158, 1081) hemmt ein geringer oberflächlicher Feinerdeanteil (<1%) die Entwicklung der Vegetation. Neben dem kleinen Feinerdeanteil müssen jedoch noch weitere ungünstige Standortsbedingungen hinzukommen. Dies zeigt sich daran, dass auf einigen Flächen mit einem solchen geringen oberflächlichen Feinerdeanteil (1143, 1176) die Dichte der Vegetation über 2% beträgt.
Auf einigen Aufnahmen (241, 243, 244 usw.) war die Zeit für die Wiederbesiedlung offenbar zu kurz. Auf der frisch planierten, unbegrünten Skipiste (240-247) ist der Anteil der vegetationslosen oder -armen Flächen dementsprechend höher als auf älteren Planierungen.
Mit zunehmender Höhe steigen die Ansprüche, welche aufkommende Pflanzen an den Standort stellen. So sind zwei über 2450 m gelegene Flächen (1072, 1077) trotz ihres relativ hohen Feinerdegehaltes in der oberen Bodenschicht von 20% bzw. 60% vegetationslos.

Die mittleren Zeigerwerte (vgl. Tab. 3) der auf den unbegrünten Planierungen aufkommenden Vegetation charakterisieren die Böden im allgemeinen als mässig nährstoffarm (Nährstoffzahl von 2.5) und gut durchlüftet bzw. eher skelettreich (Dispersitätszahl von 3.6.). Der mittlere Anteil des oberflächlichen groben Skelettmaterials beträgt auf den 116 im Jahr 1978 erfassten Flächen dementsprechend 79.1%, derjenige der Feinerde 16.5%. Die Humuszahl (3.5) weist auf einen mittleren Humusgehalt und die Kontinentalitätszahl (2.8) wie in einigen von VETTERLI (1982) beschriebenen alpinen Rasengesellschaften auf eine verhältnismässig lange Schneebedekkung hin.
Wie in Kap. 3.2.4. erläutert, charakterisieren die Zeigerwerte nur die bewachsenen Stellen der Planierungen, bei geringer Deckung also keineswegs die ganze Bodenfläche.

4.2.1.3. Einfluss der Standortsfaktoren auf die Vegetation

Wie erwartet haben der Zerstörungsgrad der oberen Bodenschicht bzw. der Feinerde- und Humusgehalt sowie das Vorhandensein lebender Sprosse oder Wurzeln gewisser Alpenrasenpflanzen auf das Aufkommen der Vegetation einen grossen Einfluss. Die differenzierende Wirkung des Zerstörungsgrades der oberen Bodenschicht auf die Vegetation zeigt sich vor allem bei den Flächen der Vegetationseinheit S 3.
Aus der Beschreibung der Vegetationseinheiten geht hervor, dass die übrigen Standortsfaktoren (Neigung, Exposition und Höhenlage) ausser bei den Flächen der Einheit S 1 die Vegetation weniger eindeutig beeinflussen als der Zerstörungsgrad der oberen Bodenschicht. Auf den Zusammenhang der Vegetation mit der für die Wiederbesiedlung zur Verfügung stehenden Zeit wird in Kap. 4.2.3. eingegangen.

4.2.2. Zeitliche Veränderungen von Vegetation und Standort

4.2.2.1. Vergleich der jährlich erfassten Vegetation

Veränderungen in der Deckung und Zusammensetzung der Vegetation auf den unbegrünten Dauerflächen des sauren Silikates lassen sich aus Abb. 8, welche die Vegetationsaufnahmen der drei Untersuchungsjahre 1978, 1979 und 1980 vereint, herauslesen. Die Vegetationseinheiten, welche aufgrund

---

Abb. 8 (S. 46 und 47). Vegetationsveränderungen auf den unbegrünten Dauerflächen des sauren Silikates.
Fig. 8 (p. 46 and 47). Changes in vegetation of unsown permanent plots on acidic silicate.

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording: A = 1978, B = 1979, C = 1980

Artmächtigkeit - species value:
Kennzahl (Transformation in die Deckungsgrade vgl. Tab. 2)
characteristic (transformation into the plant cover comp. table 2)

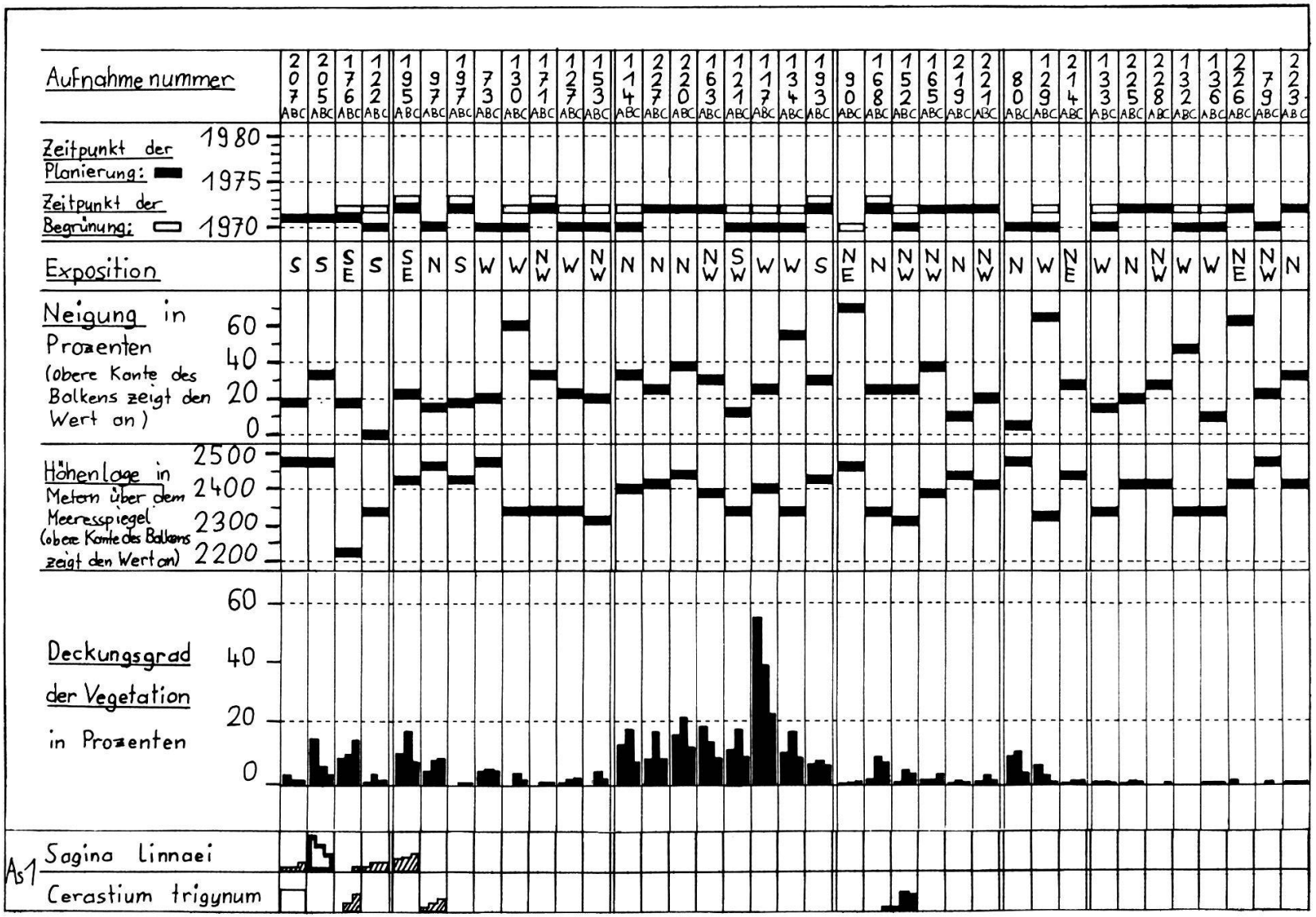
Entwicklungstendenzen der Artmächtigkeiten von 1978 - 1980
tendencies of development of species values between 1978 and 1980

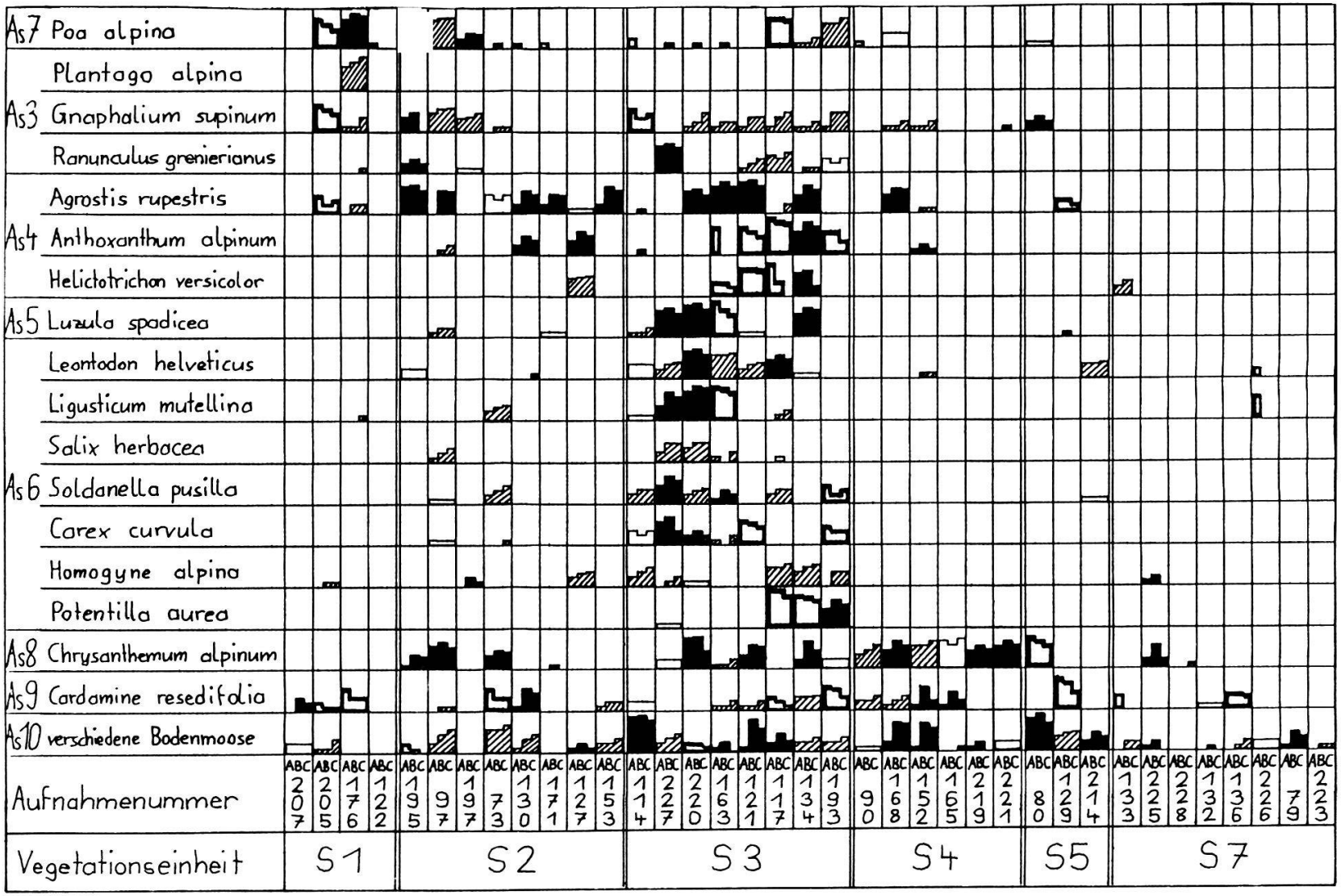
stetige Abnahme
continuous decrease

stetige Zunahme
continuous increase

1979 grösster Deckungsgrad
greatest plant cover in 1979

keine Veränderungen
no changes


Aufnahmenummer
207 ABC
205 ABC
176 ABC
122 ABC
195 ABC
97 ABC
197 ABC
73 ABC
130 ABC
171 ABC
127 ABC
153 ABC
114 ABC
227 ABC
220 ABC
163 ABC
121 ABC
117 ABC
134 ABC
193 ABC
90 ABC
168 ABC
152 ABC
165 ABC
219 ABC
221 ABC
80 ABC
129 ABC
214 ABC
133 ABC
225 ABC
228 ABC
132 ABC
136 ABC
226 ABC
79 ABC
223 ABC
Zeitpunkt der Planierung:
Zeitpunkt der Begrünung:
1980
1975
1970
Exposition
S S SE S SE N S W W NW W NW N N N NW SW W W S NE N NW NW N NW N W NE W N NW W W NE NW N
Neigung in Prozenten (obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
60
40
20
0
Höhenlage in Metern über dem Meeresspiegel (obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
2500
2400
2300
2200
Deckungsgrad der Vegetation in Prozenten
60
40
20
0
As1
Sagina Linnaei
Cerastium trigynum


As7 Poa alpina
Plantago alpina
As3 Gnaphalium supinum
Ranunculus grenierianus
Agrostis rupestris
As4 Anthoxanthum alpinum
Helictotrichon versicolor
As5 Luzula spadicea
Leontodon helveticus
Ligusticum mutellina
Salix herbacea
As6 Soldanella pusilla
Carex curvula
Homogyne alpina
Potentilla aurea
As8 Chrysanthemum alpinum
As9 Cardamine resedifolia
As10 verschiedene Bodenmoose
Aufnahmenummer
ABC 207 ABC 205 ABC 176 ABC 122
ABC 195 ABC 197 ABC 197 ABC 173 ABC 130 ABC 171 ABC 127 ABC 153
ABC 114 ABC 227 ABC 220 ABC 163 ABC 121 ABC 117 ABC 134 ABC 193
ABC 90 ABC 168 ABC 152 ABC 165 ABC 219 ABC 221
ABC 80 ABC 129 ABC 214
ABC 133 ABC 225 ABC 228 ABC 132 ABC 136 ABC 226 ABC 79 ABC 223
Vegetationseinheit
S1
S2
S3
S4
S5
S7

der 1978 erfassten Flächen gebildet worden sind, dienen zur Beschreibung der Veränderungen als Ausgangspunkt.

Vegetationseinheit S 1

Die Dauerflächen dieser Einheit weisen im letzten Untersuchungsjahr die geringste Deckung auf. Bei den über 2450 m gelegenen Flächen (205, 207) nimmt sie von 1978 bis 1980 stetig ab. Auf den unter 2350 m gelegenen Flächen (176, 122) hingegen ist der Deckungsgrad der Vegetation im mittleren Untersuchungsjahr am grössten.

Vegetationseinheit S 2

Vom ersten zum zweiten Untersuchungsjahr dominieren eindeutig zunehmende Artmächtigkeiten. Dementsprechend ist auch der Deckungsgrad der Gesamtvegetation auf allen Aufnahmen dieser Einheit 1979 grösser als 1978, hingegen 1980 auf den meisten Flächen etwas geringer als 1979.

Vegetationseinheit S 3

Während der dreijährigen Untersuchungsperiode ist in dieser Vegetationseinheit ein Rückgang der Vegetation zu verzeichnen. Dazu tragen hauptsächlich die Arten der alpinen Rasen aus den Artengruppen As 4, As 5 und As 6 bei. Auf den Dauerflächen, welche 1978 die dichteste Pflanzendecke aufwiesen (117, 163, 220), ist die Abnahme der Vegetation besonders ausgeprägt. Diese verläuft entweder stetig (117, 163) oder dann über einen Höchststand der Vegetation im mittleren Untersuchungsjahr.

Vegetationseinheit S 4

Die vorherrschenden Arten ,Chrysanthemum alpinum und Cardamine resedifolia zeigen positive Entwicklungstendenzen. Zudem ist der Deckungsgrad der Gesamtvegetation 1980 im allgemeinen grösser als 1978.

Vegetationseinheit S 5

Die Deckung der vorherrschenden Bodenmoose nimmt zu. Die übrigen Arten hingegen weisen abnehmende Tendenzen auf.

Vegetationseinheit S 7

In dieser Einheit, welche Flächen mit einem Deckungsgrad der Gesamtvegetation unter 0.5% vereint, gibt es Dauerflächen mit zunehmenden Tendenzen (179), solche mit abnehmenden Tendenzen (226) und Dauerflächen, deren Pflanzendecke sich von 1978 bis 1980 nicht verändert (132, 136).

Während der drei Untersuchungsjahre verhält sich die Vegetation auf den 39 Dauerflächen zum Teil sehr unterschiedlich. Das bei einigen Flächen hinzugefügte vierte Untersuchungsjahr bestätigt die teilweise gegensätzlichen Veränderungen (vgl. Abb. 9).

Von 1978 bis 1980 lassen sich andeutungsweise einander zum Teil überschneidende Tendenzen der Vegetationsveränderungen erkennen, was auch aus Abb. 10 hervorgeht.

- Diejenige Tendenz, welche im mittleren Untersuchungsjahr einen Höhepunkt in der Artmächtigkeit aufweist, herrscht vor, was Abb. 9 und Abb. 10 deutlich zeigen.
- Eine oft ausgeprägte abnehmende Tendenz weisen manche, hauptsächlich in der Vegetationseinheit S 3 mit grosser Artmächtigkeit vorkommende Arten alpiner Rasen auf.

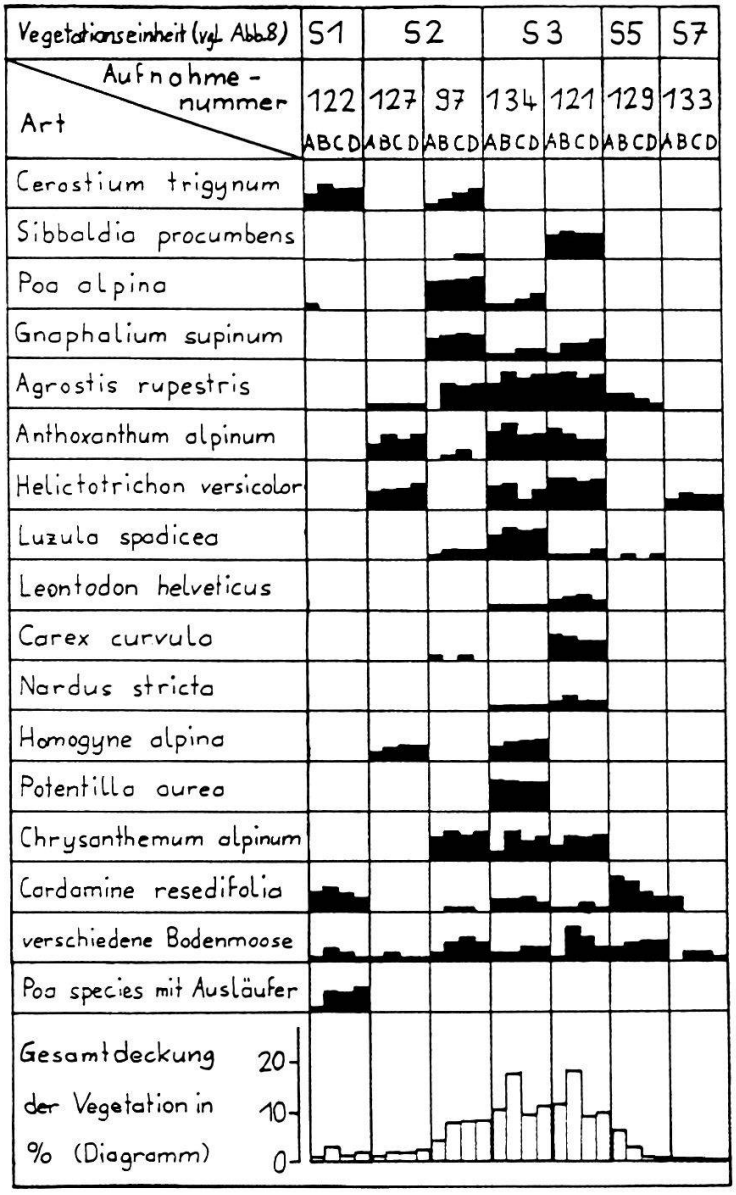
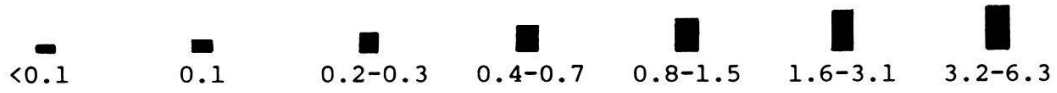


Abb. 9. Vegetationsveränderungen von 1978 bis 1981 auf einigen unbegrünten Dauerflächen des sauren Silikates.
Fig. 9. Changes in vegetation between 1978 and 1981 on some unsown permanent plots on acidic silicate.

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording:
A = 1978, B = 1979, C = 1980, D = 1981

Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):



- Eine schwach zunehmende Tendenz einzelner Arten ist auf den Dauerflächen der Vegetationseinheiten S 2 und S 4, insbesondere bei den Artengruppen As 8, As 9 und As 10 zu verzeichnen. Die zunehmende Tendenz ist im allgemeinen durch etwas kleinere Artmächtigkeiten vertreten als die beiden oben erwähnten Tendenzen. Deshalb wirken sich die Zunahmen im Vergleich zu den Abnahmen auf das Verhalten der Gesamtvegetation etwas schwächer aus.

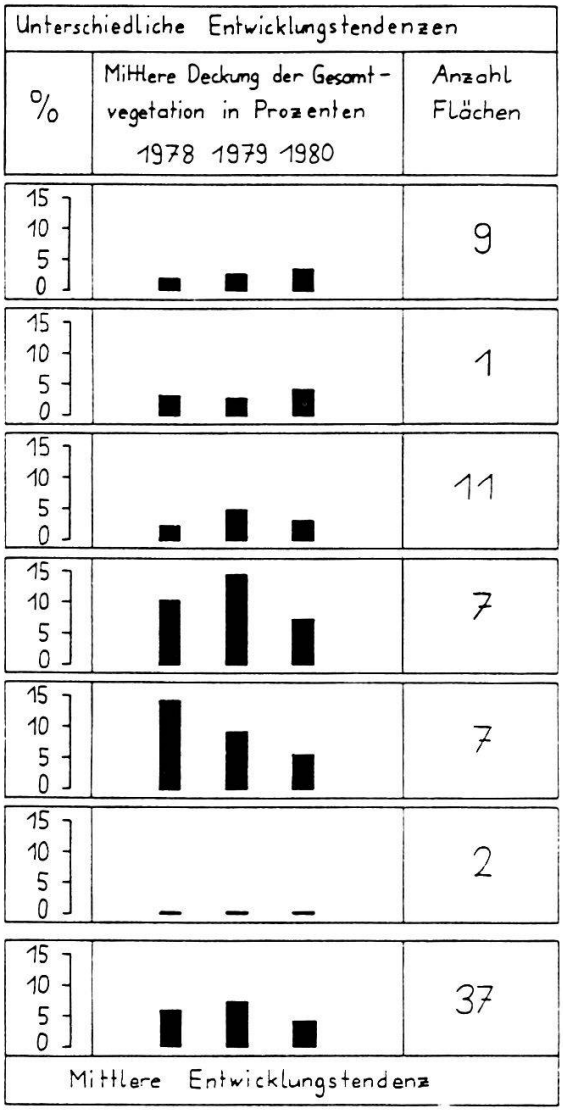


Abb. 10. Charakterisierung der Vegetationsveränderungen auf den unbegrünten Flächen des sauren Silikates.

Fig. 10. Characterization of the changes in vegetation of unsown plots on acidic silicate.

- Keine Veränderungen der Artmächtigkeiten während der drei Untersuchungsjahre weisen die Dauerflächen nur selten auf.

Auf knapp der Hälfte der Dauerflächen ist die Vegetationsbedeckung im mittleren Untersuchungsjahr (1979) am grössten. Eine schwache Mehrheit, nämlich 54% der Dauerflächen, weisen 1978 eine geringere Vegetationsdichte auf als 1980; auf 37% der Flächen verhält es sich umgekehrt (vgl. auch Abb. 10). Auf letzteren ist die Deckung 1980 ausgeprägt geringer als 1978. Dementsprechend ist die mittlere Deckung der Gesamtvegetation aller 37 unbegrünten Dauerflächen im letzten Untersuchungsjahr (1980) signifikant (t-Test, 5%) am tiefsten und im mittleren Untersuchungsjahr, allerdings nicht signifikant, am grössten (5.9%, 7.1%, 4.3%).

Vor allem bei der Beurteilung kleinerer Unterschiede ist zu beachten, dass sich die Vegetation nicht nur von Jahr zu Jahr, sondern auch innerhalb einer Vegetationsperiode, z.B. vom Hochsommer bis zum Herbst, verändert, was Abb. 11 deutlich zeigt. Die Deckung nimmt 1979 vom Hochsommer bis zum Herbst eher zu, 1980 hingegen eher ab. Vegetationsveränderungen zwischen Hochsommer und Herbst sind im allgemeinen nicht grösser als jene von Jahr zu Jahr.

4.2.2.2. Vergleich der jährlich erfassten Bodenoberfläche

Der mittlere Feinerdeanteil der Bodenoberfläche nimmt auf den 37 vor 1978 planierten Dauerflächen von 1978 bis 1980 ab (16.9%, 7.0% 7.4%), der Anteil der Steine (Körnung >2mm) entsprechend zu (77.5%, 85.7%, 87.7%), wie auch aus Abb. 12 hervorgeht. Beim Vergleich der Bodenoberflächen der verschiedenen Untersuchungsjahre ist allerdings zu beachten, dass die Angaben über den Anteil der Feinerde bzw. der Steine auf Schätzungen beruhen (vgl. Kap. 3.1.4.). Der Feinerdeanteil auf der Bodenoberfläche der frisch planierten Skipiste Nr. 4 im Parsenngebiet (Aufnahmen 241, 242, 243, 245 und 246) nimmt von 1978 bis 1980 stärker ab als auf den übrigen seit einiger Zeit planierten Flächen.

Da keine bedeutende oberflächliche Abschwemmung von Feinmaterial zu beobachten ist, müssen die Feinerde und der Humus in tiefere Bodenschichten verlagert werden. Die Beobachtung, dass die dunkelbraune, vom aufliegenden Humus verursachte Farbe frischer Planierungen im Laufe der Zeit verschwindet, bestätigt die Verlagerung des Feinmaterials. Es ist klar, dass diese Abnahme des Feinerdegehaltes an der Oberfläche die ohnehin schon ungünstigen Bedingungen für eine Wiederbesiedlung durch Pflanzen weiter verschlechtert.

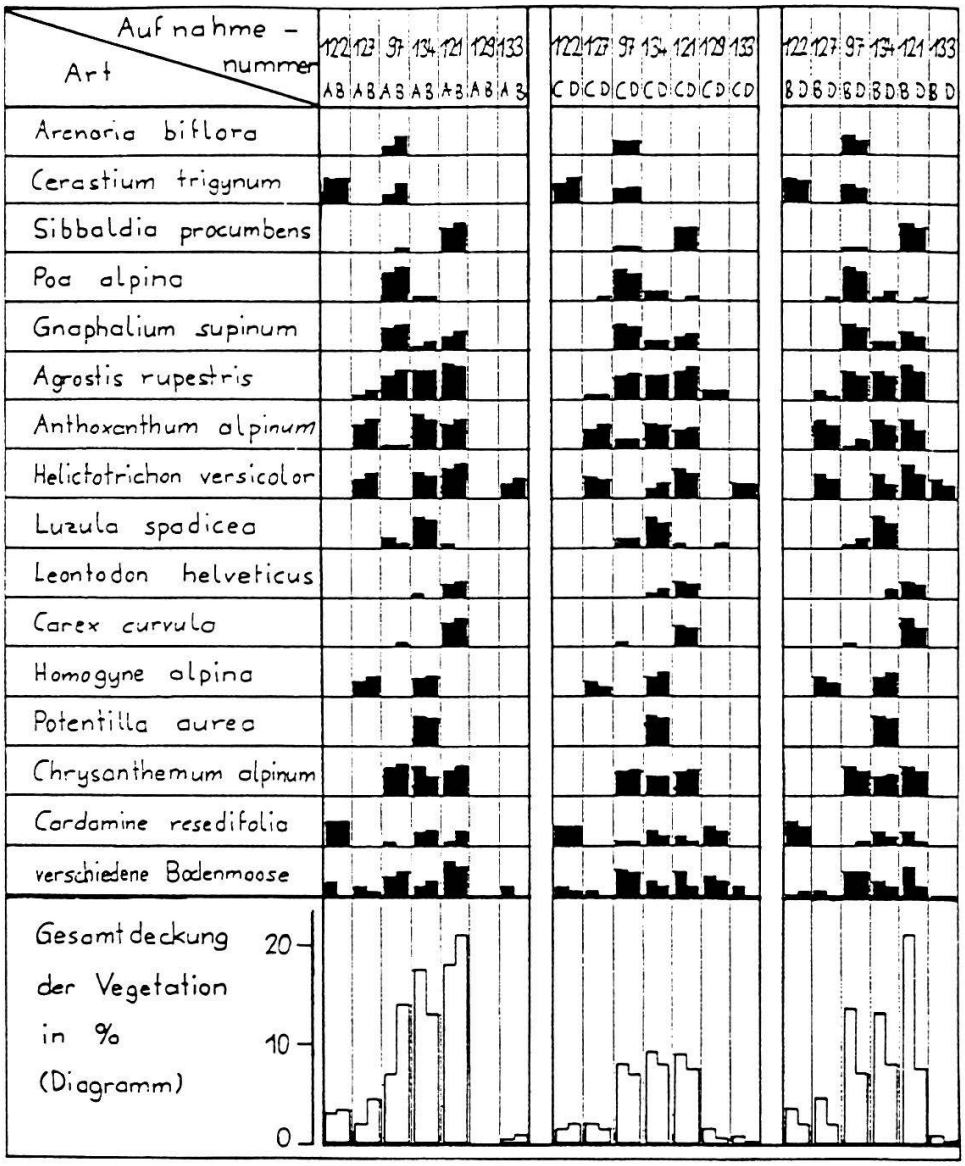


Abb. 11. Vergleich einiger im Hochsommer und Herbst aufgenommener, unbegrünter Dauerflächen des sauren Silikates.

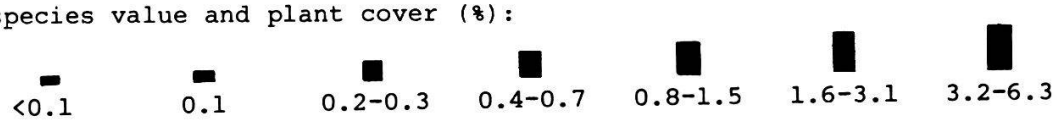
Fig. 11. Comparison of some unsown permanent plots on acidic silicate, recorded in midsummer and in autumn.

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording:

A = Sommer 1979 - summer 1979 B = Herbst 1979 - autumn 1979

C = Sommer 1980 - summer 1980 D = Herbst 1980 - autumn 1980

Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):



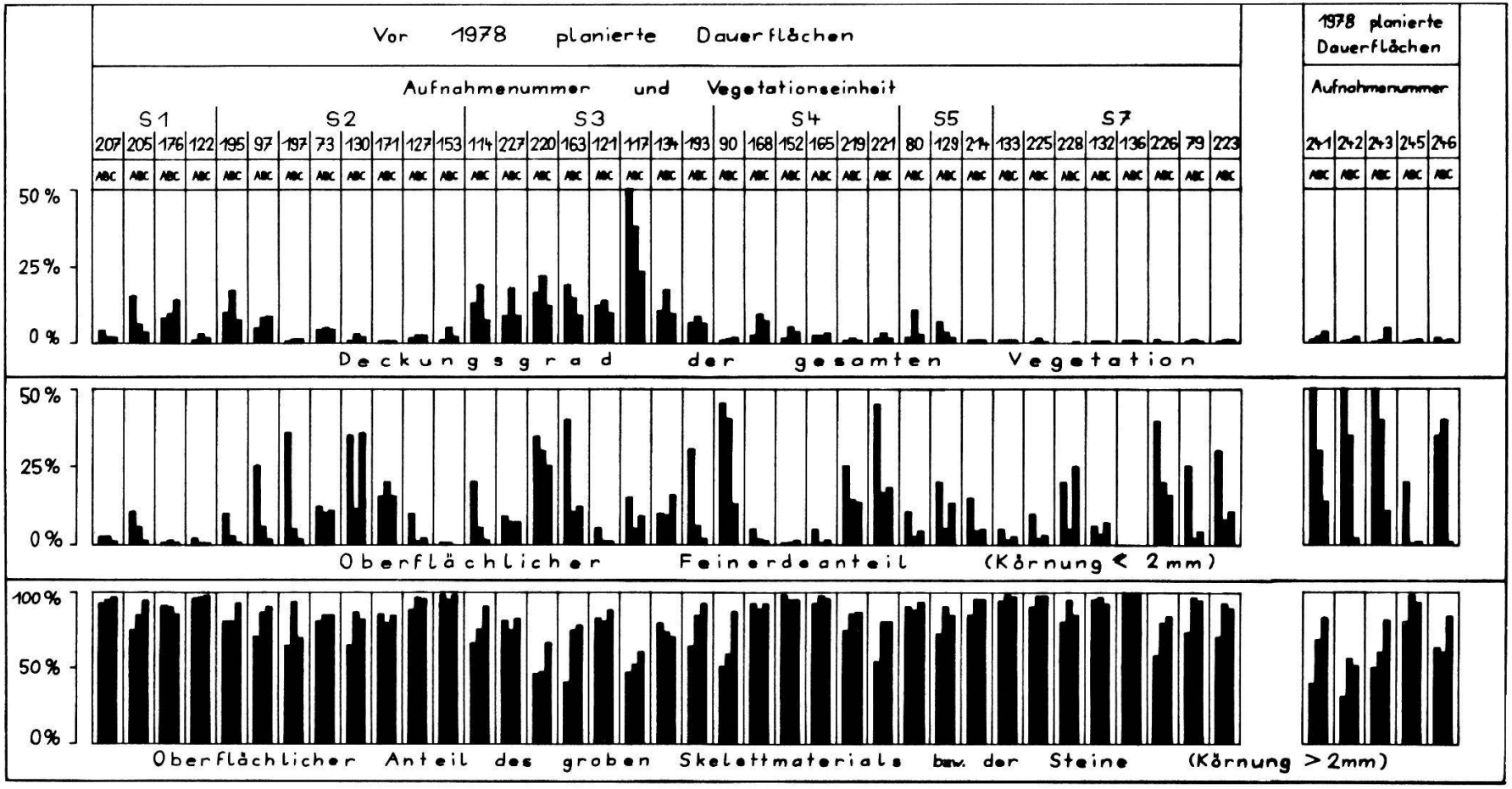


Abb. 12. Beschaffenheit der Bodenoberfläche der Dauerflächen auf bis 1978 unbegrünten Skipistenplanierungen des sauren Silikates

Fig. 12. Nature of the soil surface of permanent plots on levelled ski runs on acidic silicate unsown until 1978

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording: A = 1978, B = 1979, C = 1980

4.2.2.3. Einfluss der Bodenoberfläche auf die Vegetationsveränderungen

Dem im allgemeinen abnehmenden oberflächlichen Feinerdeanteil stehen eher uneinheitliche Vegetationsveränderungen gegenüber. Deshalb nimmt die Vegetation auf den Dauerflächen, deren Feinerdeanteil von 1978 bis 1980 zurückgeht, während der drei Untersuchungsjahre teils zu (Vegetationseinheit S 4) und teils ab (Einheit S 1 und S 3). Im durchwurzelten Boden wird die Feinerde weniger stark verlagert als im unbewachsenen (vgl. Kap. 4.2.2.), sodass die bereits aufgekommene Vegetation nur wenig beeinträchtigt, hingegen die Neubesiedlung "nackter" Stellen erschwert wird. Dementsprechend ist eine mit dem Rückgang des Feinerdeanteils zusammenhängende Abnahme der Deckung nicht sofort zu erwarten.
Erstaunlicherweise nimmt die verhältnismässig dichte Vegetationsbedekkung auf den Flächen der Einheit S 3 trotz eines mehr oder weniger intakten Oberbodens in der Regel ab.

4.2.2.4. Einfluss der Standortsfaktoren auf die Veränderungen der Vegetation und des Bodens

Zwischen dem Alter der Planierung und den Veränderungen des Bodens während der drei Untersuchungsjahre besteht ein Zusammenhang, wie die oben erwähnte Abnahme des oberflächlichen Feinerdeanteils auf frisch planierten Flächen deutlich zeigt (vgl. auch Abb. 12).
Die Zu- und Abnahmen der Vegetationsbedeckung sind unregelmässig auf Dauerflächen unterschiedlicher Höhenlagen und mit unterschiedlich langer Schneebedeckung sowie starken und schwachen Neigungen verteilt. Dementsprechend weist die Deckung der Vegetation auf Dauerflächen mit einheitlichem Standort, wie den Aufnahmen aus der Einheit S 1 mit langer Schneebedeckung oder denjenigen mit einer Neigung über 60% (90, 129), von 1978 bis 1980 zu- oder abnehmende Tendenzen auf. Zwischen den genannten Standortsfaktoren und den Veränderungen der Vegetation besteht also kein ersichtlicher Zusammenhang. Auf die Frage, ob mit einer grösseren Anzahl Dauerflächen doch noch Beziehungen zwischen den Veränderungen der Vegetation und den einzelnen Standortsfaktoren hätten erkannt werden können, wurde in Kap. 3.3. eingegangen.
Die Auswirkungen der Witterung auf die Vegetationsveränderungen werden in Kap. 5.1.1. diskutiert.

4.2.3. Vergleich von Skipistenplanierungen unterschiedlichen Alters

4.2.3.1. Vegetation

Unterschiedlich alte Planierungen werden mit Hilfe von Abb. 13 inbezug auf die Zusammensetzung und Dichte der Vegetation verglichen.
Auf den frisch planierten Flächen (240-247) ist der durchschnittliche Deckungsgrad der Vegetation (0.3%) über 10 mal kleiner als auf den älteren Planierungen (109 Flächen, 3.8%), wobei sich dieser deutliche Unterschied wegen der grossen Differenz der Flächenzahl statistisch nicht absichern lässt.
Die meist spärliche Vegetation der kurz nach der Planierung aufgenommenen Flächen besteht hauptsächlich aus Arten, welche aus in der Bodenoberfläche enthaltenen, intakten Rhizomen oder Sprossen der ursprünglichen Alpenrasenvegetation ausgetrieben sind.
In der weniger als ein Jahr betragenden Zeitspanne konnten andere Arten noch nicht einwandern. Deshalb fehlen auf den acht frisch planierten Flächen Arten wie Chrysanthemum alpinum oder Cardamine resedifolia, welche auf älteren Planierungen relativ häufig sind. In der Zusammensetzung und Dichte der Vegetation bestehen zwischen den sechs- und achtjährigen Planierungen keine wesentlichen vom Alter herkommenden Unterschiede, wie aus Abb. 13 hervorgeht. Dementsprechend klein ist die Differenz der mittleren Vegetationsbedeckung von den sechs- und achtjährigen Planierungen (2.3% bzw. 2.8%). Hingegen fällt auf, dass die Vegetationsdichten von den Aufnahmen der jüngeren Planierungen stärker gestreut sind als diejenigen der älteren. Dementsprechend ist die mittlere prozentuale Abweichung vom Mittelwert auf den sechsjährigen Planierungen beinahe doppelt so gross wie auf den achtjährigen (205% bzw. 106%).

4.2.3.2. Boden

Der durchschnittliche oberflächliche Feinerdeanteil ist auf den frisch planierten Flächen wesentlich grösser als auf im Standort ähnlichen sechsjährigen Planierungen (47% bzw. 21%). Dieser Unterschied bestätigt das bei der Beobachtung der Dauerflächen erhaltene Ergebnis (Kap. 4.2.2.2.), dass in den ersten Jahren nach der Planierung das oberflächliche Feinmaterial in tiefere Bodenschichten verlagert wird. Sobald Planierungen älter als ca. drei bis sieben Jahre sind, verlangsamt sich

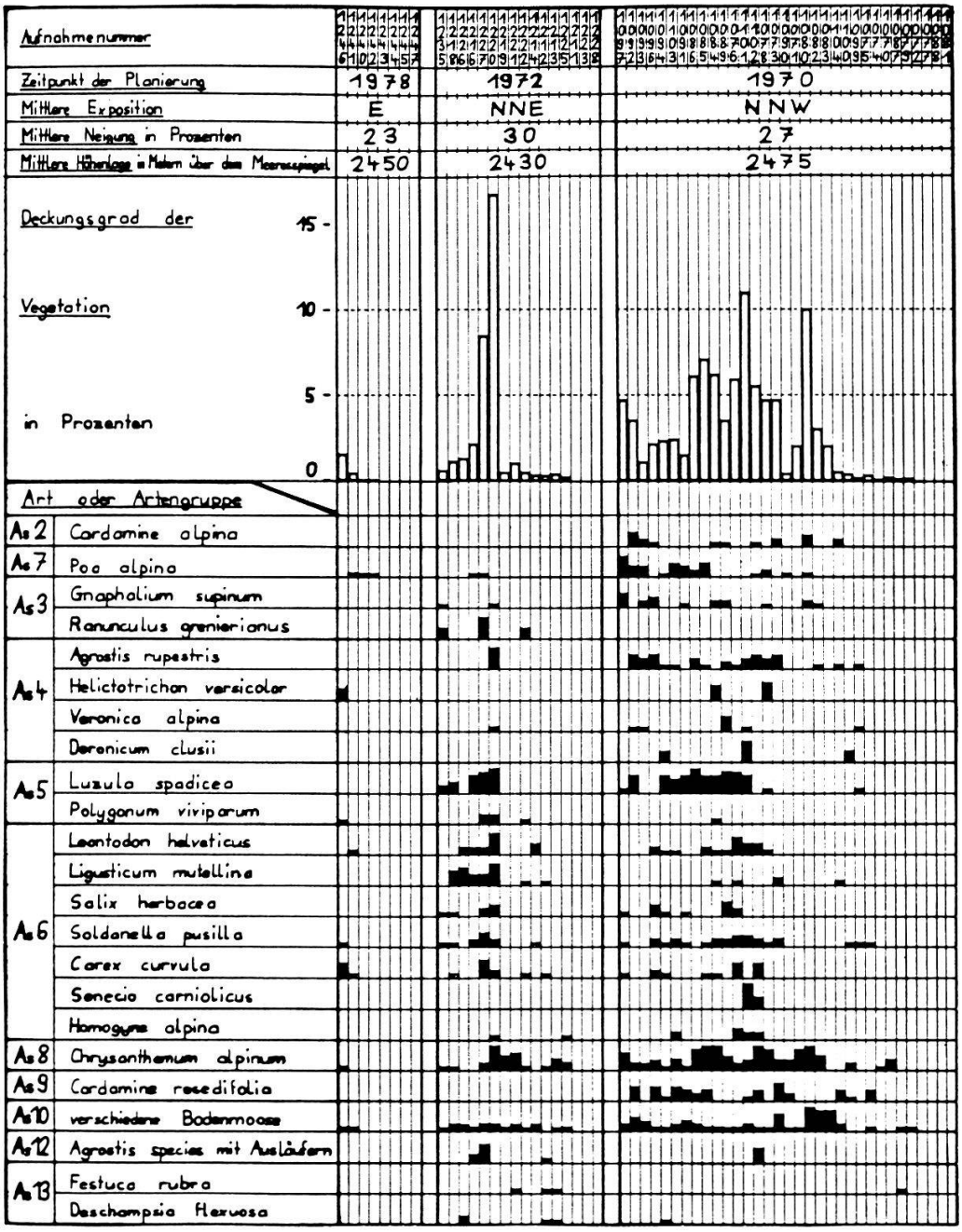


Abb. 13. Im Jahr 1978 erfasste Aufnahmen von 1970, 1972 und 1978 planierten Skipistenflächen.

Fig. 13. Relevés of ski runs levelled in 1970, 1972 and 1978, recorded in 1978.

Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):

<0.1	0.1	0.2–0.3	0.4–0.7	0.8–1.5	1.6–3.1	3.2–6.3

diese Verlagerung. So ist der mittlere oberflächliche Feinerdeanteil auf den 33 Flächen der achtjährigen Planierungen mit 19% nur unwesentlich kleiner als derjenige auf den 15 Flächen der sechsjährigen Planierungen mit 21%.

4.3. UNBEGRUENTE SKIPISTENPLANIERUNGEN AUF DOLOMIT

4.3.1. Vegetation und Standort

Aufgrund der durchgeführten Klassifikation ergeben sich acht Vegetationseinheiten und sechs Artengruppen, wie auch aus Abb. 14 hervorgeht. Diese Abbildung enthält auch die vier Aufnahmen des begrünten Teils der Planierungen 2 und 3 am Strela (vgl. Beilage 1). Wegen ihrer geringen Anzahl werden sie zusammen mit den unbegrünten Flächen beschrieben (vgl. Kap. 4.5.1.).
Die mittlere Deckung der Gesamtvegetation beträgt auf den 63 unbegrünten Flächen 6.5% und auf den 4 begrünten 35.3%.

4.3.1.1. Beschreibung der Artengruppen

Artengruppe Ad 1
Zu dieser Artengruppe gehören Alpenrasenpflanzen, welche im allgemeinen nur auf einem wenigstens teilweise intakten, für Planierungen humusreichen, durchwurzelten Oberboden wachsen.
Artengruppe Ad 2
Die Arten dieser Gruppe, meist Alpenrasenpflanzen, kommen, sofern der Humus- oder Feinerdeanteil nicht allzu ungünstig ist, auch ohne intakten, durchwurzelten Oberboden auf.
Artengruppe Ad 3
Die Arten dieser Gruppe bevorzugen wie Plantago atrata eine lange Schneebedeckung oder dann wie Poa alpina und Ranunculus montanus feinerdereiche Böden, also solche, die bei Trockenperioden relativ lange feucht bleiben.
Artengruppe Ad 4
Bodenmoose kommen in fast allen Aufnahmen vor, erreichen aber, von einer Ausnahme abgesehen (Fläche 1044), nur einen geringen Deckungsgrad.
Artengruppe Ad 5
Die Arten dieser Gruppe vermögen auch noch bei eher ungünstigen Standortsbedingungen, z.B. einer humusarmen Bodenoberfläche, aufzukommen.
Artengruppe Ad 6
Die einzige Art dieser Einheit, nämlich Arabis pumila, ist wie die Pflanzen der Gruppe Ad 5 inbezug auf den Humusgehalt im allgemeinen anspruchslos. Ihre Stetigkeit ist aber eindeutig geringer als diejenige bei den Arten der Gruppe Ad 5.
Artengruppe Ad 7
Diese Artengruppe vereint alle angesäten Arten.

Die auf verschiedenen Aufnahmen vertretenen Arten wie Plantago atrata, Potentilla dubia und Achillea atrata weisen nach VETTERLI (1981) auf eine Aperzeit von nur 2-3.5 Monaten hin. Sie sind nicht zu einer Arten-

gruppe zusammengefasst, da sich ihr Vorkommen nicht auf bestimmte Standorte, z.B. Mulden, beschränkt.

4.3.1.2. Beschreibung der Vegetationseinheiten

Es ergeben sich folgende Vegetationseinheiten, welche durch die in Tab. 4 dargestellten mittleren Zeigerwerte noch zusätzlich charakterisiert werden.

Tab. 4. Mittlere Zeigerwerte (nach LANDOLT 1977) von den Vegetationseinheiten der unbegrünten Skipistenplanierungen auf Dolomit.
Table 4. Mean indicator values (after LANDOLT 1977) of the vegetation units on unsown levelled ski runs on dolomite.

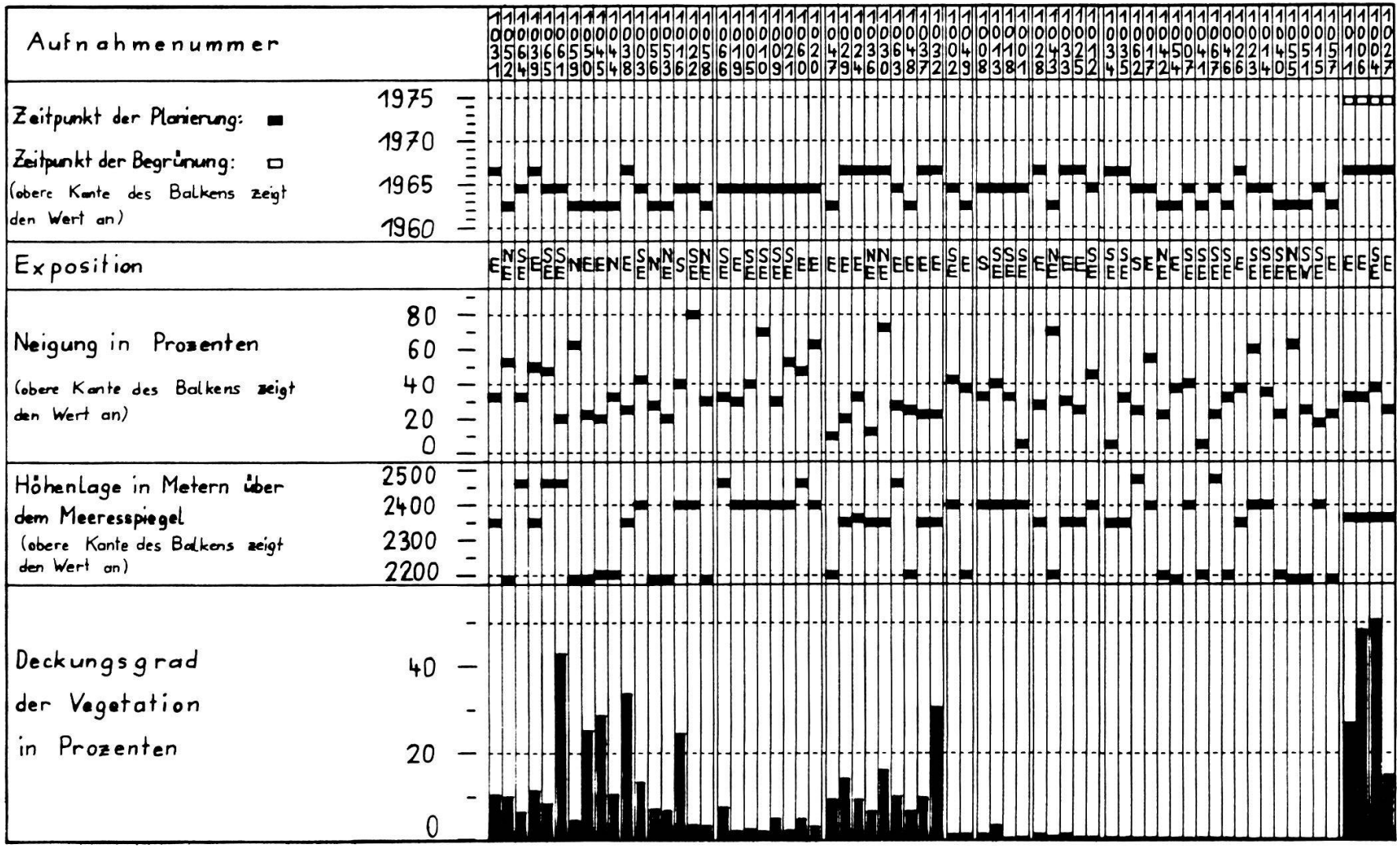
* Vegetationseinheit besteht nur aus zwei Aufnahmen
vegetation unit from only two relevés
** ohne die Zeigerwerte der Vegetationseinheit D 4
without the indicator values of vegetation unit D 4

Vegetationseinheit (vgl. Abb. 14)	Mittlere Zeigerwerte			
	Nährstoffzahl	Humuszahl	Dispersitätszahl	Kontinentalitätszahl
D 1	2.3	3.0	2.9	3.1
D 2	2.5	2.7	3.0	3.1
D 3	3.1	3.1	3.6	3.0
D 4*	3.2	3.2	3.6	2.9
D 5	1.9	2.5	2.3	2.9
D 6	2.5	2.8	2.8	3.0
D 7	2.3	2.8	2.7	2.9
Gesamte Vegetation**	2.5	2.8	2.9	3.0

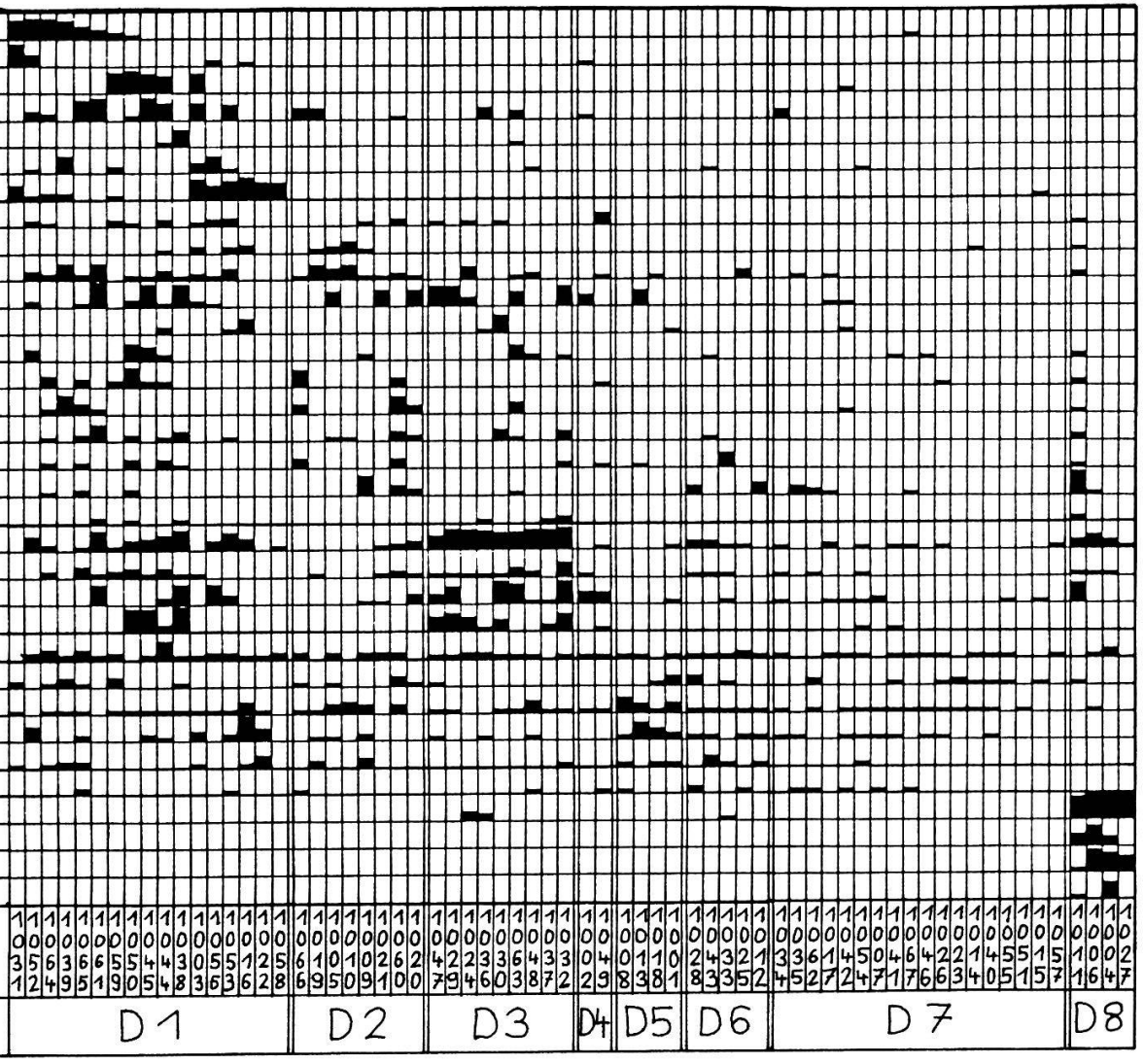
Abb. 14 (S. 60 und 61). Vegetationstabelle der 1978 erfassten Aufnahmeflächen der Skipistenplanierungen auf Dolomit.
Fig. 14 (p. 60 and 61). Vegetation table of relevés of levelled ski runs on dolomite recorded in 1978.

Artmächtigkeit und Deckungsgrad in Prozenten
species value and plant cover (%):

<0.1	0.1	0.2-0.3	0.4-0.7	0.8-1.5	1.6-3.1	3.2-6.3	6.4-12.5	12.6-25.1	25.2-50.1


Aufnahmenummer
Zeitpunkt der Planierung:
Zeitpunkt der Begrünung:
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
1975
1970
1965
1960
Exposition
Neigung in Prozenten
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
80
60
40
20
0
Höhenlage in Metern über dem Meeresspiegel
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
2500
2400
2300
2200
Deckungsgrad der Vegetation in Prozenten
40
20
0

Artengruppe bzw. Art		Aufnahmenummer	Vegetationseinheit
Ad1	Carex firma		
	Helianthemum alpestre		
	Carex sempervirens		
	Festuca pumila		
	Salix serpyllifolia		
	Hieracium bifidum		
	Sesleria coerulea		
Ad2	Soldanella alpina		
	Anthyllis alpestris		
	Campanula scheuchzeri		
	Ligusticum mutellina		
	Veronica alpina		
	Leontodon hispidus		
	Ranunculus alpestris		
	Achillea atrata		
	Viola calcarata		
	Crepis aurea		
	Moehringia ciliata		
	Potentilla dubia		
Ad3	Poa alpina		
	Polygonum viviparum		
	Ranunculus montanus		
	Plantago atrata		
Ad4	Bodenmoose		
Ad5	Hutchinsia alpina		
	Sedum atratum		
	Minuartia verna		
	Draba aizoides		
Ad6	Arabis pumila		
Ad7	Festuca rubra		
	Festuca pratensis		
	Trifolium pratense s.l. oder T. hybridum		
	Alopecurus pratensis		



Vegetationseinheit D 1

Die Aufnahmen dieser Einheit weisen stellenweise Ansätze zu einer kleinflächig geschlossenen, artenreichen Pflanzendecke auf. Die humusreicheren, durchwurzelten obersten Bodenschichten wurden an diesen Stellen nur teilweise abgetragen oder überschüttet, was sich z.B. bei den Flächen 1044, 1045 und 1050 im gegenüber dem Durchschnitt von 13.3% grossen oberflächlichen Feinerdeanteil (53.0%, 23.9%, 25.0%) oder bei der Fläche 1052 im vergleichsweise hohen Humusgehalt der obersten Bodenschicht ausdrückt.
Dementsprechend weisen die mittleren Zeigerwerte auch auf einen für Planierungen leicht überdurchschnittlichen Humusgehalt. Erstaunlicherweise ist der Nährstoffgehalt eher gering, was das Aufkommen der Vegetation offenbar nicht hemmt.

Vegetationseinheit D 2

Dank dem vergleichbar günstigen Feinerde- oder Humusgehalt in der oberen Bodenschicht kommen in dieser Einheit mit Ausnahme der Arten aus der Gruppe Ad 1 die meisten in der Einheit D 1 vertretenen Alpenrasenpflanzen vor. Andere ungünstige, die Artenzahl nur wenig einschränkende Bedingungen, wie eine Höhenlage über 2400 m oder eine Neigung über 50%, lassen keine so dichte Vegetation aufkommen wie in der Einheit D 3.
Die mittleren Zeigerwerte dieser Einheit entsprechen etwa dem Durchschnitt der unbegrünten Planierungen.

Vegetationseinheit D 3

Mit einer Ausnahme (1030) befinden sich die Flächen dieser Einheit in mehr oder weniger ebener Lage, in einer leichten Mulde oder am Hangfusse. Der für Planierungen gegenüber dem Durchschnitt (13.3%) grosse mittlere Anteil der oberflächlichen, teilweise eingeschwemmten Feinerde von 21.5% ist dafür verantwortlich, dass der Boden im allgemeinen auch in Trockenperioden feucht bleibt und genügend Nährstoffe zu speichern vermag. Dementsprechend kommt stellenweise eine im Vergleich zu anderen Einheiten dichte Pflanzendecke auf, vor allem mit Poa alpina, Plantago atrata und Ranunculus montanus aus der Artengruppe Ad 3.
Die durch die soeben erwähnten Arten stark beeinflussten mittleren Zeigerwerte bestätigen, dass die Flächen dieser Einheit für Planierungen verhältnismässig nährstoff-, humus- sowie feinerdereich und wohl schlechter durchlüftet sind.

Vegetationseinheit D 4

In der Artengarnitur entspricht die Vegetation dieser Einheit derjenigen der Vegetationseinheit D 3. Dagegen ist die Dichte der Vegetation geringer, und die Arten der Gruppe Ad 3 dominieren nicht mehr so stark. Die Aufnahmen dieser Einheit weisen eine eindeutig grössere Neigung und einen teilweise geringeren Feinerdeanteil (1049) auf als bei der oben genannten Vegetationseinheit.

Vegetationseinheit D 5

Auf den Flächen dieser Einheit besteht die Vegetation hauptsächlich aus Hutchinsia alpina, Sedum atratum sowie Minuartia verna aus der Artengruppe Ad 5. Diese Arten verlangen einen dem Durchschnitt der Planierungen auf Dolomit ungefähr entsprechenden oberflächlichen Feinerdeanteil (13.3%) sowie eine gute Durchlüftung des Bodens, was auch aus den mittleren Zeigerwerten hervorgeht. Sie sind dafür inbezug auf den Nährstoff- und mit Ausnahme von Hutchinsia alpina auf den Humusgehalt anspruchslos.
Aufgrund der mittleren Zeigerwerte gehören die nährstoff- und humusärmsten Aufnahmen der Planierungen auf Dolomit zu dieser Einheit.

Vegetationseinheit D 6

Dies ist eine Sammeleinheit anderweitig nicht klassifizierter Aufnahmen,

deren Vegetation einen Deckungsgrad von mindestens 0.5% erreicht. Es treten in den übrigen Einheiten nicht vorkommende Artkombinationen auf. Die mittleren Zeigerwerte dieser Einheit entsprechen etwa dem Durchschnitt der Planierungen auf Dolomit.

Vegetationseinheit D 7

Diese Einheit erfasst alle Flächen, auf welchen der Deckungsgrad der gesamten Vegetation weniger als 0.5% beträgt. Auf den meisten Flächen lässt sich das Ausbleiben der Vegetation wie bei der Vegetationseinheit S 7 und S 8 auf saurem Silikat (vgl. Kap. 4.2.1.) mehr oder weniger vom ungünstigen Standort her begründen. Die einen (1017, 1035, 1051, 1057) sind von einer sehr feinerdearmen Geröllschicht bedeckt, sodass der oberflächliche Feinerdeanteil unter 0.6% liegt. Die anderen (1007, 1034, 1046, 1062 usw.) weisen bis zum anstehenden Muttergestein nur eine dünne, meist humusarme Bodenschicht auf. In Kombination mit einer grossen Neigung (62%) verhindern die oben erwähnten Eigenschaften des Standortes schon bei geringer Ausprägung, also z.B. auch einer keineswegs feinerdearmen oberflächlichen Geröllschicht wie bei Fläche 1023, das Aufkommen einer Vegetation.

Aufgrund der mittleren Zeigerwerte sind die Böden eher nährstoff- und humusarm. Auf den vegetationsarmen Flächen erfassen die Zeigerwerte natürlich nur einen sehr kleinen Teil, nämlich den durchwurzelten oft etwas günstigeren Bereich des Bodens (vgl. Kap. 3.2.4.).

Vegetationseinheit D 8

Diese Einheit sammelt die vier Aufnahmen des begrünten Teiles der Untersuchungsflächen 2 und 3 am Strela (vgl. Beilage 1). Es herrschen vor allem die angesäten Arten Festuca rubra, Festuca pratensis und Trifolium pratense s.l. oder T. hybridum vor. Das Aufkommen der autochthonen Arten schwankt stark. Auf einer Fläche (1027) fehlen diese fast ganz, auf einer anderen (1011) wachsen sie dichter als die angesäten.

Auf den Flächen dieser Einheit wurden die Zeigerwerte nicht berechnet, da die angesäten, standortsfremden Arten eine Interpretation erschweren.

Die mittleren Zeigerwerte (vgl. Tab. 4) der auf den unbegrünten Planierungen aufkommenden Vegetation charakterisieren die Böden im allgemeinen als mässig nährstoffarm (Nährstoffzahl von 2.5) und als durchlässig sowie skelettreich (Dispersitätszahl von 2.9). Der mittlere Anteil des oberflächlichen groben Skelettmaterials beträgt auf den 63 im Jahr 1978 erfassten Flächen 79.5%, derjenige der Feinerde nur 13.3%. Die Humuszahl (2.8) weist auf einen mittleren Humusgehalt und die Kontinentalitätszahl (3.0) auf eine verhältnismässig lange Schneebedeckung.

4.3.1.3. Einfluss der Standortsfaktoren auf die Vegetation

Der Zerstörungsgrad der oberen Bodenschicht sowie das Vorhandensein lebender Sprosse oder Wurzeln prägen das Aufkommen der Vegetation stark. Die Flächen der oben beschriebenen Einheit D 1 zeigen dies deutlich. Gewisse Eigenschaften des Bodens oder Kombinationen von Standortsfaktoren erleichtern oder erschweren das Aufkommen der Vegetation, wie aus der

Beschreibung der Einheiten D 3 und D 7 hervorgeht.
Im allgemeinen ist das Aufkommen der Vegetation von der Neigung mehr oder weniger unabhängig. Einerseits beträgt die Deckung der Gesamtvegetation auf Flächen mit einer Neigung über 60% zum Teil über 3% (1022, 1059), auf andern (1023, 1055) aber auch unter 0.5%. Andrerseits ist das Aufkommen der Vegetation auf Flächen mit einer Neigung unter 25% wiederum so unterschiedlich, dass die Deckung auf den einen (1034, 1041) unter 0.5%, auf den anderen über 5% beträgt (1037, 1053).
Auf den Planierungen auf Dolomit fehlen Flächen mit Exposition in westliche Richtungen. Die übrigen vorkommenden Expositionen verteilen sich im allgemeinen auf mehrere Einheiten sowie grosse und kleine Deckungsgrade der Gesamtvegetation. So beträgt z.B. die Deckung auf einer gegen Südosten exponierten Fläche (1009) über 5%, auf einer anderen, gleich exponierten Fläche mit ähnlicher Höhenlage (1014) nicht einmal 0.5%.
Die Höhenlage beeinflusst die Vegetation nicht ersichtlich. Einerseits weisen z.B. zwei gleich hoch gelegene und auch sonst standörtlich ähnliche Flächen (1002, 1003) eine unterschiedliche Vegetationsdichte auf (1.2%, 13.2%). Andrerseits stimmen zwei Flächen (1045, 1032) mit unterschiedlicher Höhenlage (2220 m, 2370 m) und sonst ähnlichem Standort in der Vegetationsdichte überein (28.9%, 30.6%).
Auf Dolomit wurden alle grösseren Geländeanpassungen ungefähr im selben Zeitraum, nämlich von 1963 bis 1967, durchgeführt. Deshalb können keine unterschiedlich alten Planierungen miteinander verglichen werden. Im kleineren Rahmen wurden die Planierungen nach 1967 stellenweise noch vervollständigt. Natürlich wurde dabei die Vegetation und der Boden kleinflächig erneut beeinträchtigt.

4.3.2. Zeitliche Veränderungen von Vegetation und Standort

4.3.2.1. Vergleich der jährlich erfassten Vegetation

Veränderungen in der Deckung und Zusammensetzung der Vegetation auf den Dauerflächen des Dolomites gehen aus Abb. 15 hervor, welche die Vegetationsaufnahmen der drei Untersuchungsjahre 1978, 1979 und 1980 zusammenfasst. Die Vegetationseinheiten, welche aufgrund der 1978 erfassten Aufnahmen gebildet worden waren, wurden soweit wie möglich beibehalten. Vorerst werden die Veränderungen der Vegetation innerhalb der Einheiten beschrieben.

Vegetationseinheit D 1

Auf sieben der neun Flächen dieser Einheit ist die Deckung der Gesamtvegetation 1980 kleiner als 1978 und auf acht Flächen kleiner als 1979. Nur auf drei unter 2250 m gelegenen Flächen (52, 53, 59) verhält es sich umgekehrt.
Arten, welche eine Deckung über 1.5% aufweisen, nehmen bis zum darauffolgenden Jahr oft ab, insbesondere von 1979 bis 1980. Die übrigen weisen zu- oder abnehmende Tendenzen auf. Mit Ausnahme der oben erwähnten Höhenlage beeinflussen andere Standortsfaktoren oder die Bodenbedingungen die Vegetationsveränderungen nicht oder zumindest nicht ersichtlich.

Vegetationseinheit D 2

Die Deckung der gesamten Vegetation ist auf den fünf Flächen im letzten Untersuchungsjahr kleiner als in den beiden vorhergehenden. Auf drei Flächen verläuft die Abnahme stetig und auf zwei ist die Pflanzendecke im mittleren Untersuchungsjahr am üppigsten. Arten mit einem Deckungsgrad über 1% weisen mit Ausnahme von Campanula scheuchzeri jeweils im folgenden Jahr eine geringere Deckung auf.

Vegetationseinheit D 3

In dieser Einheit sind nur zwei Dauerflächen vereint. Die Deckung der Gesamtvegetation ist 1979 und 1980 kleiner als 1978. Vom mittleren bis zum letzten Untersuchungsjahr nimmt die Deckung der Gesamtvegetation auf einer Fläche zu, auf der anderen bleibt sie gleich.

Vegetationseinheit D 4

Die Deckung der Gesamtvegetation ist 1979 und 1980 höher als 1978. Auf zwei unter 2250 m gelegenen Flächen ist die Zunahme stetig, auf den höher gelegenen weist die Pflanzendecke im mittleren Untersuchungsjahr die grösste Dichte auf.

Vegetationseinheit D 5

Wie bei der Einheit D 4 ist die Dichte der Gesamtvegetation 1979 und 1980 wieder höher als 1978. Auf der unter 2400 m gelegenen Fläche ist die Zunahme stetig, auf den beiden oberhalb dieser Höhe gelegenen Flächen weist die Pflanzendecke im mittleren Untersuchungsjahr die grösste Dichte auf.

Abb. 15 (S. 66 und 67). Vegetationsveränderungen auf den Dauerflächen des Dolomites
Fig. 15 (p. 66 and 67). Changes in vegetation on permanent plots on dolomite

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording: A = 1978, B = 1979, C = 1980

Artmächtigkeit - species value:
7 5 0 Kennzahl (Transformation in die Deckungsgrade vgl. Tab. 2)
characteristic (transformation into the plant cover comp. table 2)

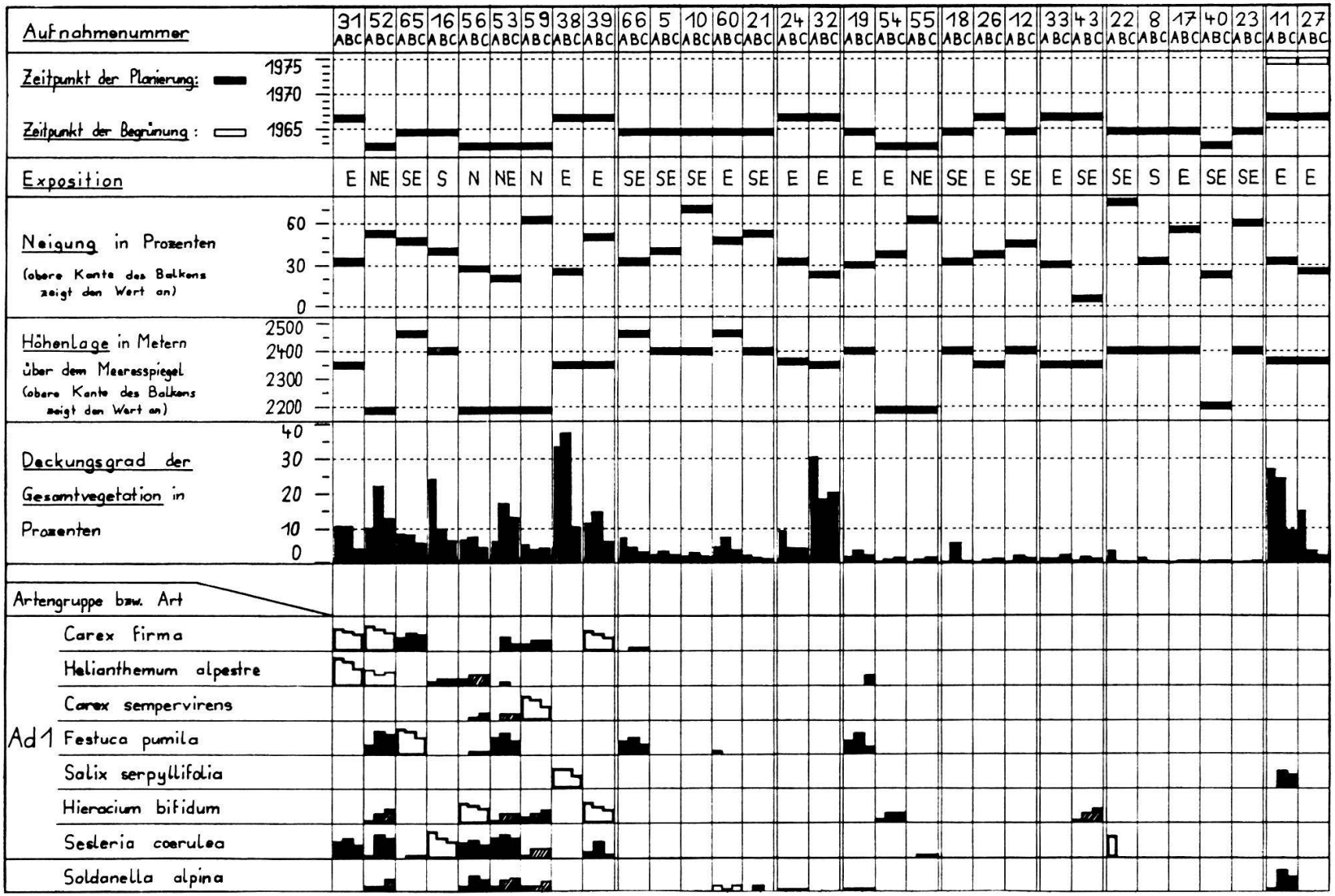
Entwicklungstendenzen der Artmächtigkeiten von 1978 - 1980
tendencies of development of species values between 1978 and 1980:

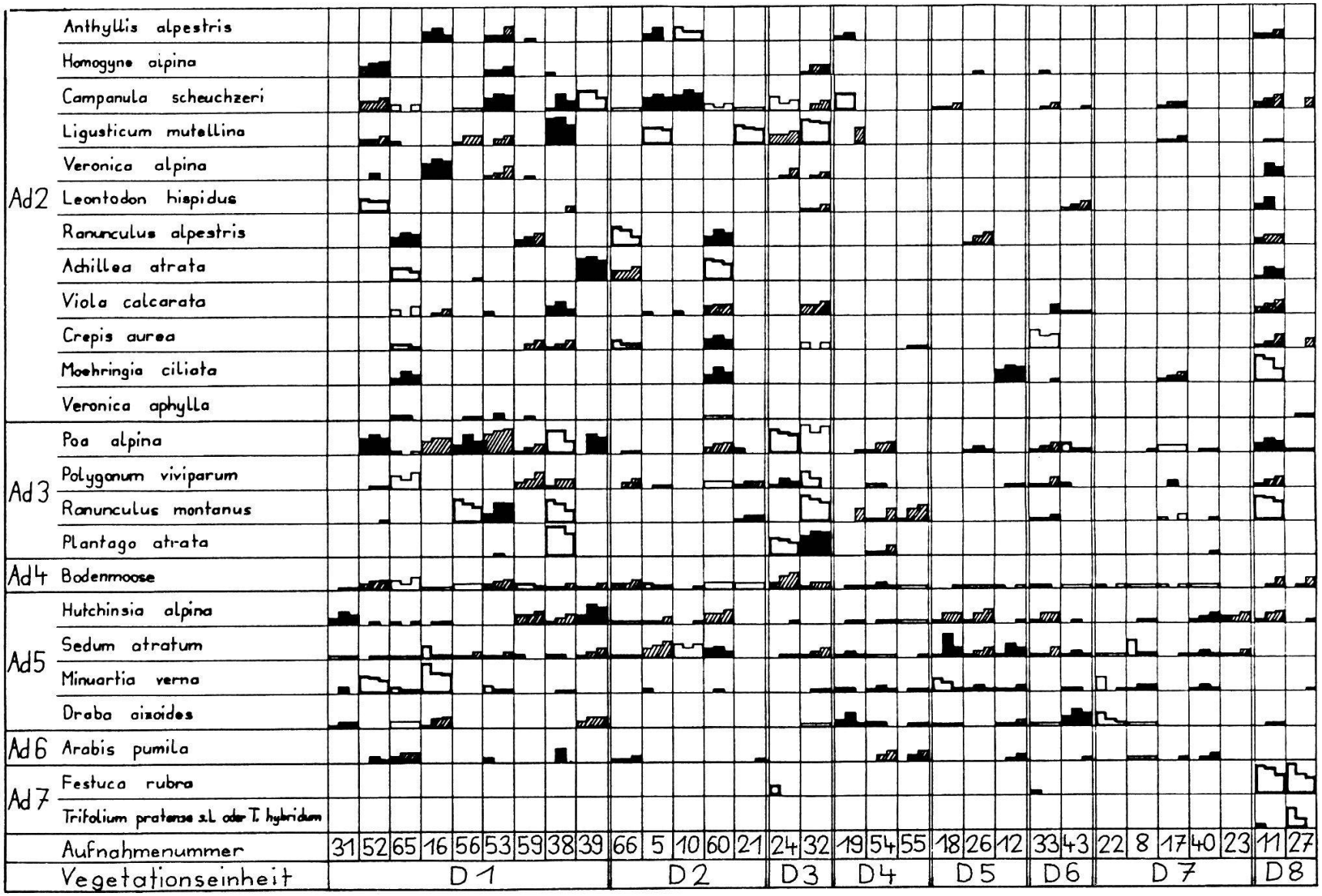
1978 grösster Deckungsgrad
1978 greatest plant cover

1980 grösster Deckungsgrad
1980 greatest plant cover

1979 grösster Deckungsgrad
1979 greatest plant cover

1979 kleinster Deckungsgrad oder keine Veränderungen
1979 smallest plant cover or no changes


Aufnahmenummer
31 52 65 16 56 53 59 38 39 66 5 10 60 21 24 32 19 54 55 18 26 12 33 43 22 8 17 40 23 11 27
ABC
Zeitpunkt der Planierung:
Zeitpunkt der Begrünung:
1975
1970
1965
Exposition
E NE SE S N NE N E E SE SE SE E SE E E E E NE SE E SE E SE SE S E SE SE E E
Neigung in Prozenten
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
60
30
0
Höhenlage in Metern
über dem Meeresspiegel
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
2500
2400
2300
2200
Deckungsgrad der Gesamtvegetation in Prozenten
40
30
20
10
0
Artengruppe bzw. Art
Ad1
Carex firma
Helianthemum alpestre
Carex sempervirens
Festuca pumila
Salix serpyllifolia
Hieracium bifidum
Sesleria coerulea
Soldanella alpina


Ad2
Anthyllis alpestris
Homogyne alpina
Campanula scheuchzeri
Ligusticum mutellina
Veronica alpina
Leontodon hispidus
Ranunculus alpestris
Achillea atrata
Viola calcarata
Crepis aurea
Moehringia ciliata
Veronica aphylla
Ad3
Poa alpina
Polygonum viviparum
Ranunculus montanus
Plantago atrata
Ad4
Bodenmoose
Ad5
Hutchinsia alpina
Sedum atratum
Minuartia verna
Draba aizoides
Ad6
Arabis pumila
Ad7
Festuca rubra
Trifolium pratense s.l. oder T. hybridum
Aufnahmenummer
31 52 65 16 56 53 59 38 39 66 5 10 60 21 24 32 19 54 55 18 26 12 33 43 22 8 17 40 23 11 27
Vegetationseinheit
D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8

Vegetationseinheit D 6
Auf beiden Flächen dieser Einheit ist die Deckung der Gesamtvegetation 1980 grösser als 1978. Arten mit einem Deckungsgrad über 0.5% weisen im folgenden Jahr eine kleinere Dichte auf.
Vegetationseinheit D 7
Wenn die Gesamtvegetation einen Deckungsgrad über 1% aufweist, nimmt sie von einem Jahr zum andern ab und sonst zu. Dementsprechend nimmt die Vegetation auf zwei Flächen (8,22) von 1978 bis 1979 eindeutig ab, auf den anderen drei Flächen von 1978 bis 1980 meist stetig zu.
Die einzelnen Arten nehmen in ihrer Deckung von einem Jahr zum andern zu, solange sie nicht mehr als 0.3% der Fläche bedecken. Sobald ihr Dekkungsgrad darüber liegt, stellt sich eine Abnahme ein.

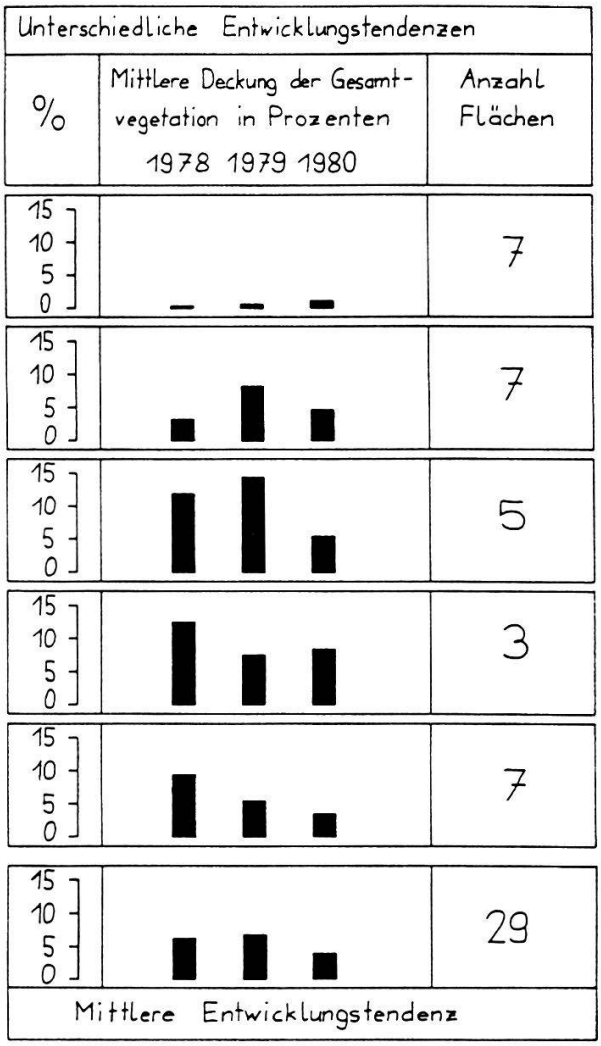


Abb. 16. Charakterisierung der Vegetationsveränderungen auf den unbegrünten Flächen des Dolomites.
Fig. 16. Characterization of changes in vegetation on unsown plots on dolomite.

Vegetationseinheit D 8
Die Deckung der Gesamtvegetation nimmt von 1978 bis 1980 auf beiden Flächen dieser Einheit stetig ab. Diesen Rückgang verursachen die angesäten und teilweise auch die autochthonen Arten mit einem Deckungsgrad über 0.3%. Die anderen Arten mit kleinerer Deckung weisen zunehmende Tendenzen auf.

Die beschriebenen Vegetationsveränderungen innerhalb der Einheiten zeigen, dass die Dichte einer Art auf ihre Zu- oder Abnahme meistens einen deutlichen Einfluss hat. Im allgemeinen nimmt der Deckungsgrad von Arten im folgenden Jahr ab, wenn er über 1.5% beträgt. Die nur spärlich aufgekommenen Arten dagegen weisen zu- und abnehmende Tendenzen auf. Im weiteren zeigen die Arten auf den Dauerflächen ein eher uneinheitliches Verhalten.
Die Deckung der Gesamtvegetation verhält sich auf den Dauerflächen von 1978 bis 1980 recht unterschiedlich, wie aus Abb. 15 und Abb. 16 hervorgeht. Auf den Flächen, welche den Einheiten D 1, D 2 und D 3 zugeteilt sind, nimmt die Pflanzendecke in der Regel ab, wenn die Deckung der Gesamtvegetation 1978 jeweils über 3% beträgt. Andrerseits weisen die zu den Einheiten D 4, D 5, D 6 und D 7 gehörenden Flächen, deren Vegetationsdichte 1978, im ersten Untersuchungsjahr, 1.5% und im darauffolgenden 2% nicht überschreitet, meistens eine von 1978 bis 1980 zunehmende Pflanzendecke auf.
Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist auf den 29 unbegrünten Dauerflächen des Dolomites im letzten Untersuchungsjahr eindeutig am tiefsten und im mittleren (1979) am höchsten, wobei der Zuwachs von 1978 bis 1979 nur gering ist (6.5%, 6.7%, 4.2%). Zwischen 1979 und 1980 ist der Unterschied in der Dichte der Gesamtvegetation statistisch gesichert, zwischen 1978 und 1980 hingegen gerade knapp nicht (t-Test, 5%).
Die in Abb. 17 dargestellte Deckung der Gesamtvegetation von den fünf 1981 zusätzlich erfassten Dauerflächen zeigt, dass diese von 1980 bis 1981 zu-, aber auch abnimmt.
Die Vegetation ändert sich nicht nur von Jahr zu Jahr, sondern schwankt auch innerhalb einer Vegetationsperiode. Von den zusätzlich im Herbst erfassten fünf Flächen ist die Deckung der Gesamtvegetation 1979 im Herbst auf vier Flächen, 1980 hingegen nur auf zwei grösser als im Hochsommer, wie aus Abb. 18 hervorgeht.

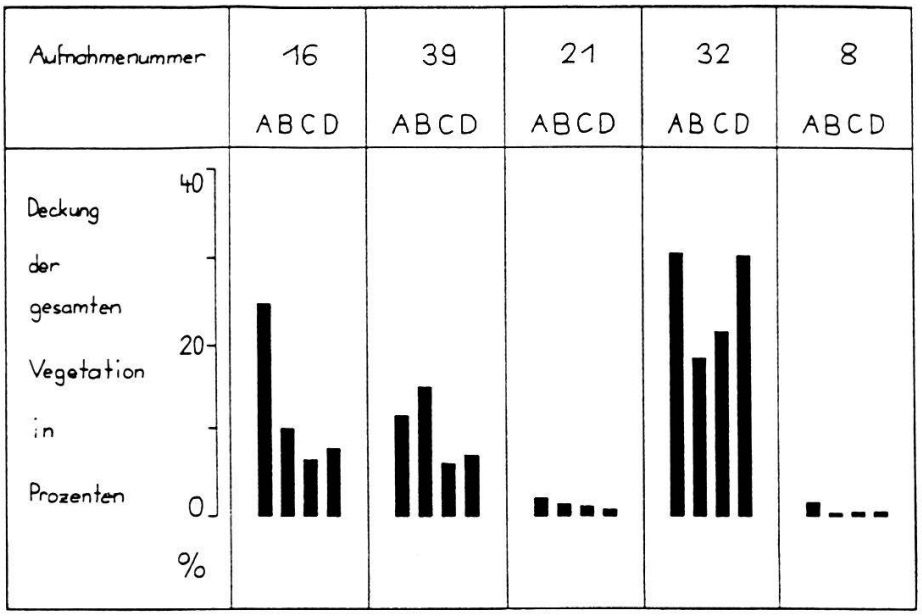


Abb. 17. Veränderung der Gesamtvegetation von 1978 bis 1981 auf Dolomit.
Fig. 17. Changes in the total plant cover between 1978 and 1981 on dolomite.

A = 1978, B = 1979, C = 1980, D = 1981

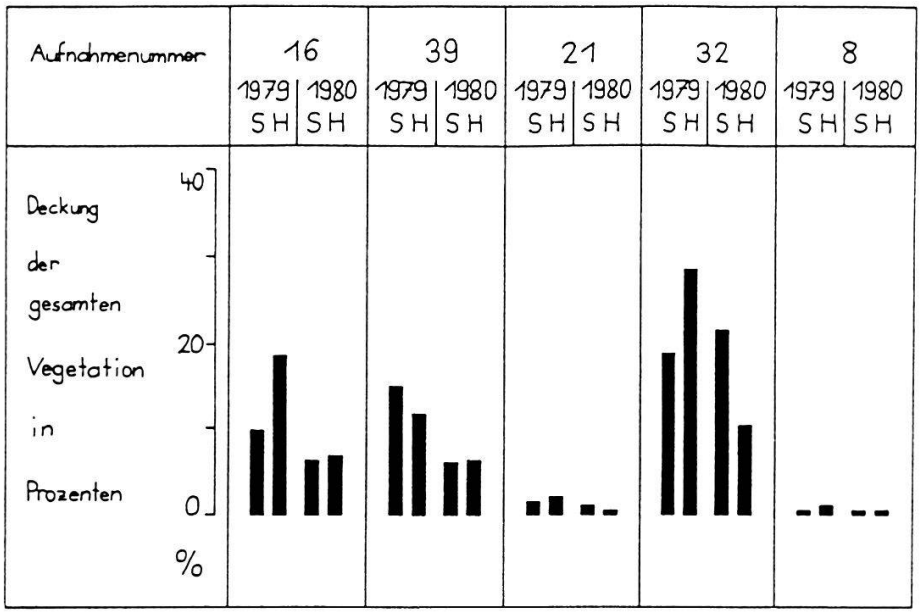


Abb. 18. Gesamtvegetation auf Dolomit im Hochsommer und im Herbst.
Fig. 18. Total plant cover on dolomite in midsummer and in autumn.

S = Sommer - summer, H = Herbst - autumn

4.3.2.2. Vergleich der jährlich erfassten Bodenoberfläche

Der mittlere oberflächliche Anteil des groben Skelettmaterials mit einer Körnung >2 mm nimmt auf den 28 unbegrünten Dauerflächen des Dolomites von 1978 bis 1980 zu (82.6%, 84.8%, 91.7%), der Feinerdeanteil entsprechend ab (11.0%, 8.2%, 3.7%). Auf den einen Flächen, z.B. 12, 16, 32, 59, verläuft diese Abnahme stetig, auf den anderen, z.B. 21, 43, 52, 65, weist die Bodenoberfläche 1979, im mittleren Untersuchungsjahr, am meisten Feinerde auf (vgl. Abb. 19). Dieser unterschiedliche Verlauf hängt wohl mit der Ungenauigkeit der Erhebungsmethode zusammen.

4.3.2.3. Einfluss der Bodenoberfläche auf die Vegetationsveränderungen

Auf Flächen, deren Gesamtvegetation von 1978 bis 1980 zunehmende Tendenzen aufweist, geht der Feinerdeanteil der Bodenoberfläche teilweise et-

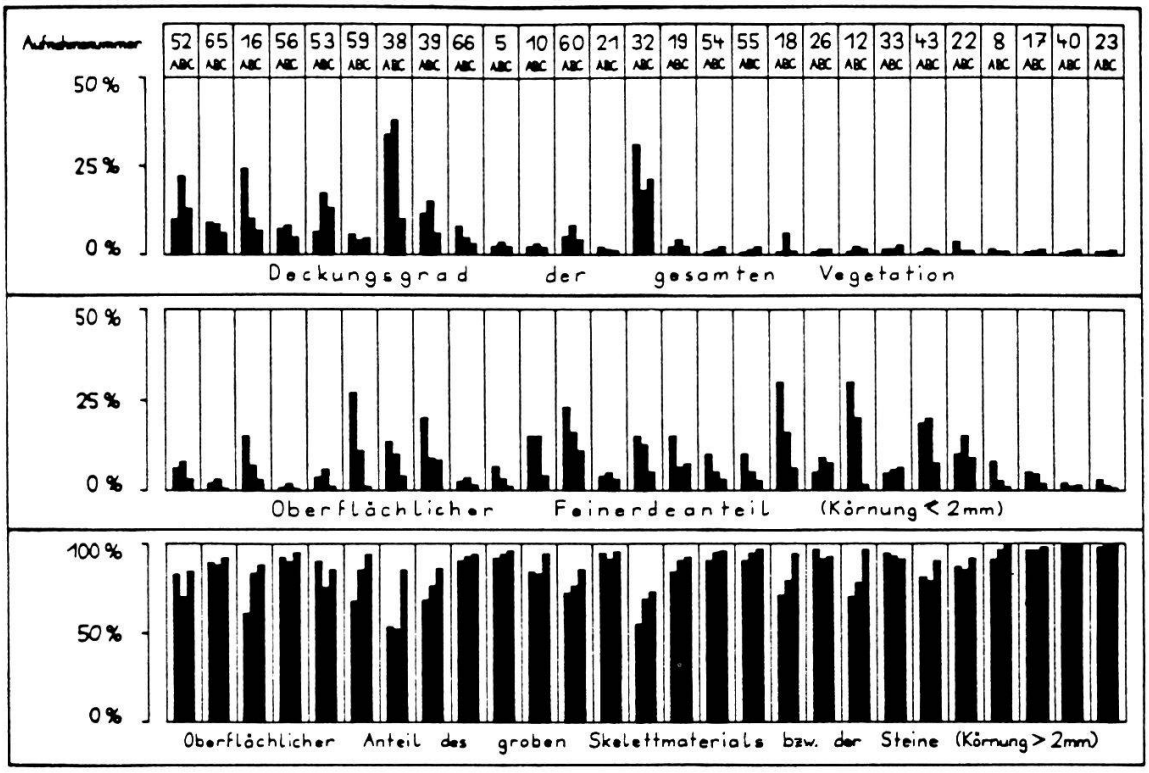


Abb. 19. Bodenoberfläche der unbegrünten Dauerflächen des Dolomites.
Fig. 19. Soil surface of unsown permanent plots on dolomite.

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording: A = 1978, B = 1979, C = 1980

was weniger stark zurück als auf solchen, deren Vegetationsdichte in der erwähnten Zeitspanne kleiner wird. Zwischen den Veränderungen der Bodenoberfläche und denjenigen der Vegetation besteht jedoch kein direkter Zusammenhang.

4.3.2.4. Einfluss der Standortsfaktoren auf die Vegetationsveränderungen

Die Höhenlage hat auf die Veränderungen der Vegetation einen Einfluss. In den Einheiten D 1, D 4 und D 5 nimmt die Pflanzendecke während der drei Untersuchungsjahre in unteren Lagen eher zu als in oberen (vgl. Kap. 4.3.2.1.). Die Vegetationsbedeckung kann aber auch in höheren Lagen zunehmen, wie auf den über 2400 m gelegenen Flächen 17 und 23 der Einheit D 7.

Der Einfluss der Neigung und Exposition auf die Vegetationsveränderungen ist im Vergleich zu demjenigen der Höhenlage so gering, dass er nicht zur Geltung kommt.

So weisen von den Flächen mit einer Neigung über 60% die einen (23, 55) bei einer Deckung unter 1.5% zunehmende, die andern (22, 59) bei einer Deckung über 3% hingegen abnehmende Tendenzen auf. Auch auf den Flächen mit einer Neigung unter 35% nimmt die Vegetation auf den kümmerlich bewachsenen (33, 40, 43) zu, auf den andern (24, 53) ab.

Je nach der Vegetationsbedeckung verteilen sich zu- und abnehmende Dekkungsgrade auf alle vorkommenden Expositionen. Von den nach Südosten exponierten Flächen nimmt die Pflanzendecke auf den kümmerlich bewachsenen (23, 40) wiederum zu, auf den andern (65, 66) ab.

Das Alter der zwischen 1963 und 1967 planierten Flächen variiert im Vergleich zum langsamen Aufkommen der Pflanzendecke so wenig, dass sich sein Einfluss auf das Verhalten der Vegetation während der drei Untersuchungsjahre nicht überprüfen lässt.

4.4. VERGLEICH DER UNBEGRUENTEN SKIPISTENPLANIERUNGEN AUF SAUREM SILIKAT UND DOLOMIT

4.4.1. Vegetation und Standort

4.4.1.1. Vegetation

Die Frequenztabelle (Abb. 20) dient dazu, das unterschiedliche Artengefüge der Planierungen auf saurem Silikat und Dolomit zu charakterisieren. Sie erfasst 42 Arten, welche auf mindestens einem Substrat eine Frequenz >10% aufweisen.
Aehnlich wie beim in GIGON (1971) beschriebenen Vergleich der alpinen Rasen beider Muttergesteine wächst ein Anteil von 19 Arten ausschliesslich auf Dolomit, ein anderer von 15 Arten nur auf saurem Silikat und ein dritter Anteil von 8 Arten auf beiden Unterlagen. Von den nicht an ein Substrat gebundenen Arten kommen nur drei, nämlich Poa alpina, Ligusticum mutellina und Polygonum viviparum auf allen 1978 erfassten Flächen mit einer Frequenz über 10% vor. Bei Poa alpina dürften nach GIGON (1971) allerdings zwei edaphische Oekotypen vorliegen.
Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist 1978 auf 92 Flächen der Planierungen auf saurem Silikat mit 4.2% etwas kleiner als auf den 41 standörtlich ähnlichen Flächen des Dolomites mit 5.3%, wobei dieser Unterschied statistisch nicht gesichert ist (t-Test, 5%). Es ist möglich, dass die Arten der alpinen Rasen (Seslerion coeruleae) und diejenigen der Schuttfelder des Dolomites auf den extremen Böden der Planierungen besser aufzukommen vermögen als diejenigen des sauren Silikates, z.B. des Nardions und des Caricions curvulae. Die Arten des Dolomites haben nämlich den Vorteil, dass ihr natürlicher Standort sich von den inbezug auf Boden, Wasserhaushalt und Mikroklima extrem ungünstigen planierten Flächen etwas weniger stark unterscheidet als es bei den Arten des sauren Silikates der Fall ist (vgl. Kap. 5.1.2.).
Trotz der Unterschiede im Artengefüge und im mittleren Deckungsgrad der Gesamtvegetation weist die Pflanzendecke der Planierungen beider Muttergesteine neben den schon erwähnten gemeinsamen Arten einige weitere in Tab. 5 zusammengestellte Aehnlichkeiten auf (vgl. Kap. 4.2.1. mit Kap. 4.3.1.).
Auf schwach ausgeebneten Stellen beider Gesteinstypen ermöglichen aus-

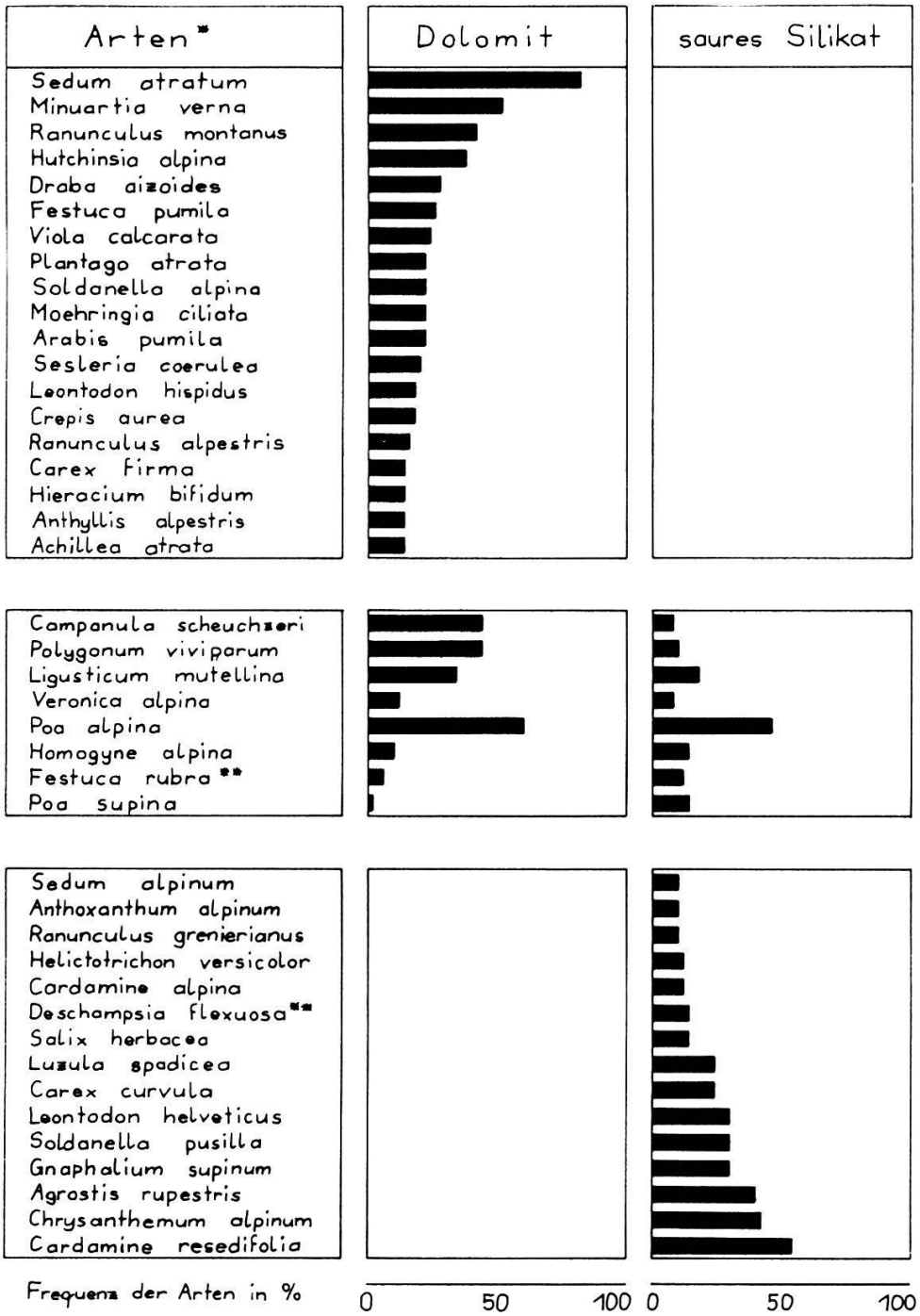


Abb. 20. Vegetation von unbegrünten Flächen des Dolomites und sauren Silikates.

Fig. 20. Vegetation of unsown plots on dolomite and acidic silicate.

* mit Frequenz >10% - with frequency >10%

** angesäte oder autochthone Art - sown or indigenous species

Tab. 5. Artengruppen des Dolomites und des sauren Silikates mit ähnlichen Standortsverhältnissen.
Table 5. Species groups of dolomite and acidic silicate with similar site factors.

* weisen auf eine Aperzeit von nur 2-3.5 Monaten (nach VETTERLI 1981)
refer to a snow-free period of only 2 to 3.5 months (after VETTERLI 1981)

Dolomit		saures Silikat	
Arten-gruppe	Art	Art	Arten-gruppe
Ad 1	Carex firma Helianthemum alpestre Carex sempervirens Festuca pumila Salix serpyllifolia Hieracium bifidum Sesleria coerulea	Leontodon helveticus Ligusticum mutellina Salix herbacea Soldanella pusilla Carex curvula Senecio carniolicus Nardus stricta Phytheuma hemisphaericum Homogyne alpina Potentilla aurea	As 6
Ad 2	Soldanella alpina Anthyllis alpestris Campanula scheuchzeri Ligusticum mutellina Veronica alpina Leontodon hispidus Ranunculus alpestris Achillea atrata Viola calcarata Crepis aurea Moehringia ciliata Potentilla dubia	Luzula spadicea	As 5
		Agrostis rupestris Anthoxanthum alpinum Helictotrichon versicolor Veronica alpina Campanula scheuchzeri Doronicum clusii	As 4
		Plantago alpina Gnaphalium supinum Ranunculus grenerianus	As 3
Ad 3	Poa alpina Polygonum viviparum Ranunculus montanus Plantago atrata	Poa alpina	As 7
		Polygonum viviparum	As 5
Ad 5	Hutchinsia alpina Sedum atratum Minuartia verna Draba aizoides	Cardamine resedifolia	As 9
Ad 6	Arabis pumila	Chrysanthemum alpinum	As 8
z.T. Arten aus Ad1-Ad6	Plantago atrata* Potentilla dubia* Achillea atrata*	Sagina linnaei Arenaria biflora Cerastium trigynum Sibbaldia procumbens	As 1

schlagende intakte Sprosse und Wurzeln von Alpenrasenpflanzen aus den Gruppen Ad 1 bzw. As 6 das Aufkommen einer für Planierungen verhältnismässig dichten Vegetation. Die eher feinerde- oder humusarmen Stellen werden von anspruchslosen Arten der Gruppen Ad 5 oder Ad 6 auf Dolomit und der Gruppen As 7 oder As 8 auf saurem Silikat besiedelt. Dabei fällt auf, dass die zwei je auf Dolomit bzw. saurem Silikat häufig vorkommenden Arten Hutchinsia alpina und Cardamine resedifolia ein sehr ähnliches Aussehen haben. Dementsprechend dürften beide Arten auf den unterschiedlichen Unterlagen ähnliche ökologische Nischen besiedeln. Dank der grossen Samenproduktion vermögen sie sich schnell auszubreiten. Schneetälchenarten sind auf Flächen beider Muttergesteine vertreten. Auf dem sauren Silikat ist ihr Vorkommen ausgeprägter auf gewisse Standorte beschränkt als auf Dolomit. Die Bodenmoose weisen auf beiden Gesteinstypen eine hohe Stetigkeit auf. Auf mehreren Flächen des sauren Silikates steigt ihr Deckungsgrad zum Teil weit über 0.3%, auf Dolomit beträgt er abgesehen von einer Fläche höchstens 0.3%.

In der Nährstoffversorgung und der Dauer der Schneebedeckung besteht zwischen den Planierungen beider Gesteinstypen kein Unterschied, wie aus dem Vergleich der mittleren Nährstoff- bzw. Kontinentalitätszahlen hervorgeht (vgl. Tab. 6). Hingegen weisen die Humus- und Dispersitätszahlen darauf hin, dass die planierten Böden auf saurem Silikat im allgemeinen etwas mehr Humus enthalten als jene auf Dolomit. Weiter charakterisieren die aufkommenden Pflanzen die Böden auf den Flächen des Dolomites als durchlässiger und skelettreicher.

Tab. 6. Mittlere Zeigerwerte (nach LANDOLT 1977) von unbegrünten Skipistenplanierungen auf Dolomit und saurem Silikat.
Table 6. Mean indicator values (after LANDOLT 1977) of unsown levelled ski runs on dolomite and on acidic silicate.

	Mittlere Zeigerwerte			
	Nährstoff-zahl	Humuszahl	Dispersitäts-zahl	Kontinenta-litätszahl
Dolomit	2.5	2.8	2.9	3.0
Saures Silikat	2.5	3.3	3.6	2.9

4.4.1.2. Standort

In der Zusammensetzung der Bodenoberfläche weisen die Aufnahmen des sauren Silikates und des Dolomites nur unbedeutende, nicht signifikante Unterschiede auf, wie aus dem mittleren Anteil der Feinerde (16.5% bzw. 13.5%) und der Steine (79.1% bzw. 79.4%) hervorgeht.
Inbezug auf die Exposition und die Neigung stimmen die Aufnahmen beider Gesteinstypen nicht ganz überein.

4.4.2. Zeitliche Veränderungen von Vegetation und Standort

Die Vegetationsveränderungen auf den Dauerflächen des Dolomites und des sauren Silikates werden in Abb. 21 miteinander verglichen.
Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist auf den Dauerflächen beider Gesteinsunterlagen 1980 eindeutig am kleinsten und 1979, im mittleren Untersuchungsjahr, am grössten. Der Anteil der Dauerflächen, die 1980 eine dichtere Pflanzendecke aufwiesen als 1978, ist auf dem sauren Silikat grösser als auf dem Dolomit (57% bzw. 45%). Dementsprechend sind die von 1978 bis 1980 abnehmenden Tendenzen auf Dolomit mit 34% häufiger als auf saurem Silikat mit nur 19%. Dafür ist die Abnahme auf den entsprechenden Flächen des sauren Silikates etwas ausgeprägter als auf Dolomit.
Gesamthaft zeigt sich also auf den Flächen des Dolomites eine etwas schwächere Vegetationsentwicklung als auf saurem Silikat.
Während der drei Untersuchungsjahre nimmt der oberflächliche Feinerdeanteil vor allem auf Flächen, welche 1978 einen solchen über 25% aufwiesen, im allgemeinen auf beiden Gesteinstypen ab. Auf dem sauren Silikat ist der Anteil derjenigen Flächen, welche entgegen der allgemeinen Abnahme 1980 eine feinerdereichere Bodenoberfläche aufwiesen als 1978, etwas grösser.
Bei den Dauerflächen des Dolomites ist ein gewisser Einfluss der Höhenlage auf die Veränderungen der Vegetation ersichtlich, wie aus Kap. 4.3.2.3. hervorgeht, beim sauren Silikat, abgesehen von der Vegetationseinheit S 1, hingegen nicht.
Auf beiden Gesteinsunterlagen beeinflussen sowohl die Neigung als auch die Exposition die Vegetationsveränderungen von 1978 bis 1980 nicht ersichtlich oder werden von anderen Einflüssen, z.B. der Vegetationsbedekkung auf Dolomit, überlagert.

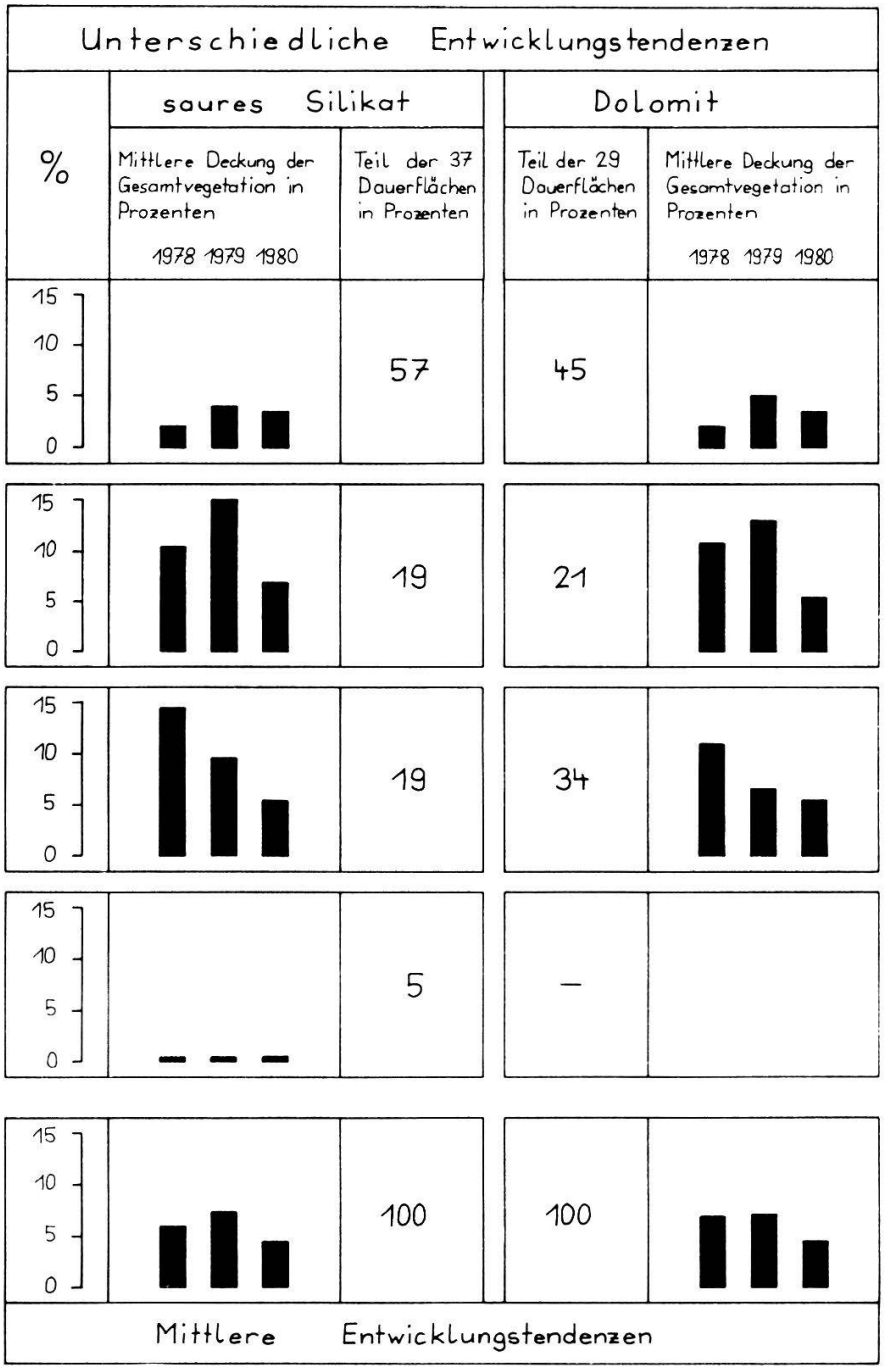


Abb. 21. Vegetationsveränderungen auf unbegrünten Flächen des sauren Silikates und des Dolomites.

Fig. 21. Changes in vegetation on unsown plots on acidic silicate and dolomite.

4.5. BEGRUENTE SKIPISTENPLANIERUNGEN

4.5.1. Vegetation und Standort

Die floristische Aufteilung der Vegetation auf den begrünten Planierungen des sauren Silikates ergibt 12 Vegetationseinheiten und 5 Gruppen angesäter Arten, wie aus Abb. 22 hervorgeht. Der auf Dolomit einzige begrünte Teil der Untersuchungsflächen 2 und 3 am Strela (vgl. Beilage 1) wird seiner geringen Ausdehnung entsprechend nur durch vier Aufnahmen beschrieben. Wegen dieser geringen Anzahl wurden die begrünten Flächen des Dolomites zusammen mit den unbegrünten in Kap. 4.3.1. beschrieben.
Die mittlere Deckung der Gesamtvegetation beträgt auf den 58 begrünten, 1978 erfassten Flächen auf saurem Silikat 29.7%.

4.5.1.1. Beschreibung der Artengruppen

Die Gliederung der autochthonen Arten auf den begrünten Flächen entspricht den bei den unbegrünten Planierungen gebildeten Artengruppen. Die angesäten, meist standortsfremden Arten (vgl. Kap. 2.3.2.) verteilen sich auf die nachfolgend kurz erläuterten Artengruppen.

Artengruppe Ab 1

Mindestens eine Art dieser Gruppe ist in jeder Aufnahme der begrünten Planierungen vertreten. Von wenigen Ausnahmen wie den Flächen der Vegetationseinheit B 4 abgesehen, bilden die Gräser dieser Artengruppe den Hauptbestand der aufkommenden angesäten Gräser.

Artengruppe Ab 2

Die Bodenmoose kommen in den meisten Aufnahmen vor, wie auch aus ihrer hohen Frequenz von 91% hervorgeht. Ihr Deckungsgrad ist zum Teil nicht viel kleiner als derjenige der angesäten Gräser aus der vorher beschriebenen Artengruppe.

Artengruppe Ab 3

Die Gräser dieser Gruppe wachsen vor allem auf Flächen der Skigebiete Parsenn und Rinerhorn, auf welchen die Dichte der angesäten Arten 10% übersteigt. In den höheren Lagen des Skigebietes Jakobshorn fehlen die Arten dieser Gruppe weitgehend. Die Art Agrostis sp. mit unterirdischen Ausläufern könnte A. gigantea oder A. schraderiana und Poa sp. mit unterirdischen Ausläufern Poa trivialis sein.

Artengruppe Ab 4

Das Vorkommen von Cynosurus cristatus, einer Art dieser Gruppe, beschränkt sich auf eine einzige begrünte Planierung am Rinerhorn. Im Gegensatz zu Cynosurus cristatus sind Trifolium pratense s.l. oder T. hybridum und Festuca pratensis, letztere Art allerdings in geringerem Ausmass, auch auf einigen anderen Planierungen vertreten.

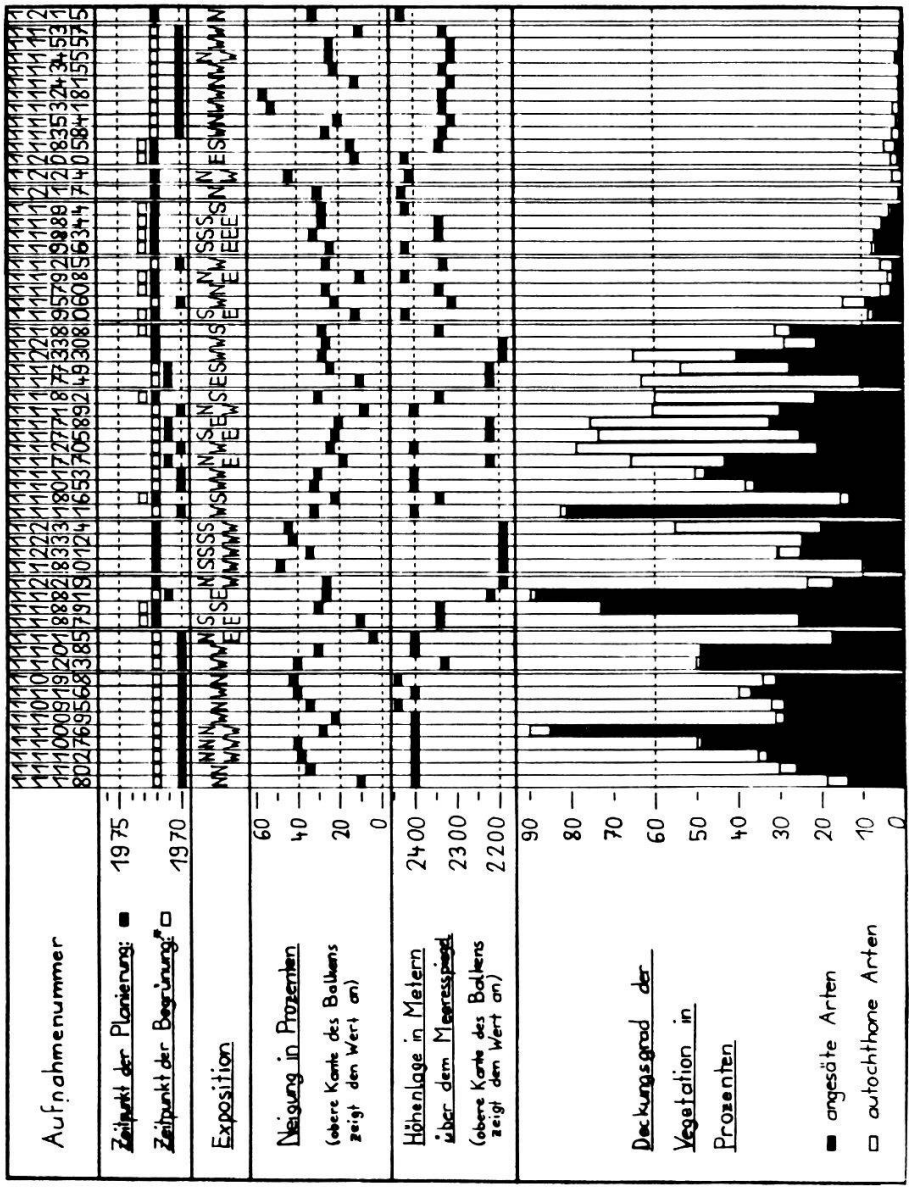
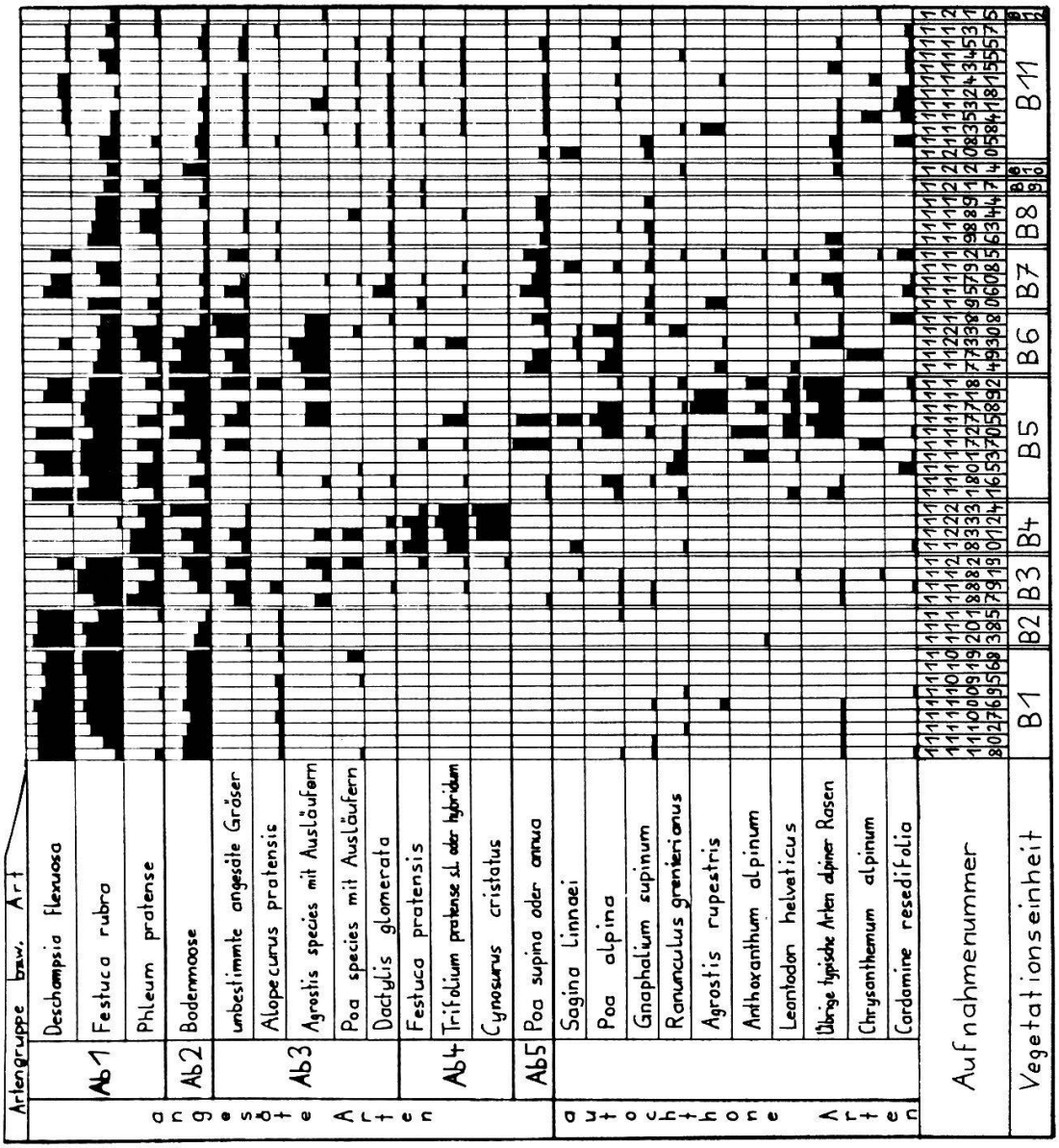


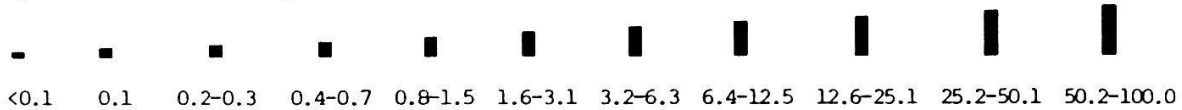
Abb. 22. Vegetationstabelle der 1978 erfassten Aufnahmeflächen der begrünten Skipistenplanierungen.

Fig. 22. Vegetation table of relevés on sown levelled ski runs recorded in 1978.

* Bei widersprüchlichen Angaben ohne Bezeichnung des Zeitpunktes der Begrünung - contradictory indications without specification of the time of the restoration of the vegetation



Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):



Artengruppe Ab 5
Bei den beiden Arten dieser Gruppe lässt sich auf den einzelnen Flächen nicht mit Bestimmtheit sagen, ob sie angesät wurden oder natürlich aufgekommen sind. Denn Poa supina (natürlich vorkommende Art) und Poa annua (angesäte Art) können im sterilen Zustand kaum voneinander unterschieden werden.

4.5.1.2. Beschreibung der Vegetationseinheiten

Als Grundlage zur Beschreibung der nachfolgenden Einheiten dienen die in Abb. 22 zusammengestellten, 1978 erfassten Flächen der begrünten Planierungen. Die starken Schwankungen innerhalb der Dichte der angesäten Arten (0.2%-90%) prägen die Klassifikation der Aufnahmen eindeutig. Die Aufnahmen lassen sich in zwei grosse Gruppen aufteilen. Die eine enthält alle Flächen der Einheiten B 1 bis B 6, auf welchen der Deckungsgrad der angesäten Arten mit Ausnahme je einer Fläche in B 4 und B 6 10% oder mehr beträgt. Die andere Gruppe vereint diejenigen Flächen mit kleinerem Deckungsgrad (Einheit B 7 bis B 12).
Der von 10% bis 90% schwankende Gesamtdeckungsgrad der Vegetation zeigt, dass auf den Flächen der Einheiten B 1 bis B 6 zum Teil Ansätze zu einer geschlossenen Pflanzendecke vorhanden sind.

Vegetationseinheit B 1
Die Vegetation der Flächen dieser Einheit besteht aus Deschampsia flexuosa, Festuca rubra und aus Bodenmoosen, letztere kommen allerdings in geringerem Ausmass vor als die erwähnten Grasarten. Phleum pratense aus der gleichen Artengruppe wie die beiden erwähnten Grasarten fehlt. Der mittlere oberflächliche Feinerdeanteil von 1.5% ist im Vergleich zur zwischen 20% und 90% schwankenden Gesamtvegetationsdichte klein. Alle Flächen dieser Einheit befinden sich in den Untersuchungsflächen 1 und 2 am Jakobshorn (Beilage 2) und sind über 2400 m gelegen.
Vegetationseinheit B 2
In der durch Deschampsia flexuosa und Festuca rubra geprägten Vegetation dieser Einheit sind die Bodenmoose schwächer vertreten als in der Einheit B 1 oder fehlen sogar ganz. Wie bei der Einheit B 1 ist der oberflächliche Feinerdeanteil (im Mittel 0.7%) im Vergleich zur Dichte der Gesamtvegetation gering. Die Aufnahmen befinden sich alle am Jakobshorn.
Vegetationseinheit B 3
Die Vegetation dieser Einheit besteht hauptsächlich aus Festuca rubra und Phleum pratense. Dazu kommen die in ihrem Deckungsgrad schwankenden Bodenmoose und angesäte Gräser aus der Artengruppe Ab 3 (unbestimmbare Gräser, Agrostis sp. mit unterirdischen Ausläufern, Alopecurus pratensis usw.). Die angesäte Art Deschampsia flexuosa fehlt in dieser Einheit oder ist nur schwach vertreten. Der mittlere oberflächliche Feinerdeanteil der Aufnahmen dieser Einheit (4.0%) ist etwas grösser als in den Einheiten B 1 und B 2 (1.3%). Die Flächen stammen aus den Skigebieten Parsenn und Rinerhorn.

Vegetationseinheit B 4
Zum Vegetationsbestand der Flächen dieser Einheit tragen neben Phleum pratense und den Bodenmoosen die angesäten Arten der Artengruppe Ab 4 bei (Festuca pratensis, Trifolium pratense s.l. oder T. hybridum und Cynosurus cristatus). Alle Aufnahmen dieser Einheit befinden sich auf der an der Grenze zur subalpinen Stufe gelegenen Untersuchungsfläche 1 am Rinerhorn (Beilage 4). Der mittlere oberflächliche Feinerdeanteil dieser Einheit (14%) ist bedeutend grösser als auf den Flächen der anderen Einheiten (6%).

Vegetationseinheit B 5
Zu den angesäten Arten Deschampsia flexuosa, Festuca rubra und Phleum pratense und den in ihrem Vorkommen stark schwankenden Bodenmoosen kommen auf den Flächen dieser Einheit autochthone Arten hinzu. Diese machen mehr als 1/20 des Deckungsgrades der Gesamtvegetation aus, und ihre Dekkung beträgt mindestens 1%. Flächen, deren natürlich aufgekommene Vegetation eine Dichte von 15% überschreitet (1120, 1175, 1178), haben in der Regel einen höheren oberflächlichen Feinerdeanteil aufzuweisen als diejenigen mit einem geringeren Aufkommen der autochthonen Pflanzen (1111, 1186, 1113).
Nardus stricta, Luzula spadicea und andere entsprechende Arten alpiner Rasen weisen wie bei den unbegrünten Flächen darauf hin, dass die obersten, humusreichen und durchwurzelten Schichten des ursprünglichen Bodens nicht stark überschüttet oder abgetragen worden sind.

Vegetationseinheit B 6
Wie bei der Einheit B 5 besteht hier die Pflanzendecke aus angesäten und autochthonen Arten, wobei die Dichte der letzteren mindestens 0.8% beträgt und über 1/20 der Gesamtvegetation ausmacht. Im Gegensatz zur Einheit B 5 bilden nicht nur Deschampsia flexuosa, Festuca rubra sowie Phleum pratense den Hauptbestand der angesäten Gräser, sondern auch diejenigen der Artengruppe Ab 3, nämlich Agrostis sp. mit unterirdischen Ausläufern, Poa sp. mit unterirdischen Ausläufern, Alopecurus pratensis und Dactylis glomerata. Die Aufnahmen der Untersuchungsfläche 1 am Rinerhorn weisen gegenüber den übrigen Flächen dieser Einheit einen erhöhten oberflächlichen Feinerdeanteil auf.

Die 21 Aufnahmen der übrigen Einheiten (B 7 bis B 12) weisen einen zum Teil weit unter 10% liegenden Deckungsgrad der angesäten Pflanzen auf. Bei den Einheiten B 7 und B 8 liegt der Deckungsgrad der angesäten Pflanzen auf allen Flächen immerhin noch über 1.6%. Auf den Aufnahmen der Einheiten B 9, B 10 und B 11 sinkt die Dichte der gesamten Vegetation nicht unter 0.5%. Die Einheit B 12 sammelt alle begrünten Flächen mit einem Deckungsgrad der Gesamtvegetation unter 0.5%.

Vegetationseinheit B 7
In dieser Einheit beträgt der Deckungsgrad der angesäten Arten mindestens 1.6% und derjenige der autochthonen mindestens 0.5%. In ihrer Dichte erreichen die autochthonen Arten mindestens 1/10 der Gesamtvegetation. In der Zusammensetzung der angesäten Pflanzen sind alle entsprechenden Artengruppen etwa gleich berücksichtigt. Die Aufnahmen dieser Einheit sind auf unterschiedliche Skigebiete und Höhenlagen verstreut.

Vegetationseinheit B 8
Die Vegetation besteht vor allem aus den beiden Arten Festuca rubra und Phleum pratense. Ihr Deckungsgrad beträgt mindestens 2%. Die übrigen angesäten Pflanzen, die Bodenmoose und die autochthonen Arten sind nur schwach vertreten. Die Aufnahmen dieser Einheit stammen aus den Untersuchungsgebieten 2 und 3 im Dorftälli (Beilage 3).
Vegetationseinheit B 9
Die angesäten Pflanzen bedecken hier mehr als 0.4% der Bodenoberfläche. Die Bodenmoose sind nur schwach vertreten und die autochthonen Arten fehlen ganz. Nur eine Aufnahme der 1978 erfassten Flächen gehört zu dieser Einheit.
Vegetationseinheit B 10
Auf den Aufnahmen dieser Einheit herrschen die Bodenmoose vor. Ihr Gesamtdeckungsgrad beträgt mindestens 1.5%, und derjenige der autochthonen Samenpflanzen überschreitet 1.5% nicht. Der oberflächliche Feinerdeanteil der einzigen Aufnahme dieser Einheit ist mit 20% relativ gross und dürfte dafür sorgen, dass auch bei langen Trockenperioden genügend Feuchtigkeit vorhanden ist.
Vegetationseinheit B 11
Sowohl die angesäten als auch die autochthonen Arten erreichen mindestens einen Deckungsgrad von 0.2%. Von den angesäten Arten kommen vor allem Deschampsia flexuosa und Festuca rubra, von den natürlich aufgekommenen Pflanzen "Schneetälchenarten" wie Sagina linnaei, Arenaria biflora und die Ubiquisten Chrysanthemum alpinum sowie Cardamine resedifolia vor. Das Vorkommen dieser Einheit beschränkt sich auf die im unteren alpinen Bereich gelegenen Untersuchungsflächen 3 und 4 am Jakobshorn (Beilage 2). Entweder sind diese Untersuchungsflächen unsorgfältig begrünt worden, oder dann sind die Bedingungen für die angesäten Pflanzen besonders ungünstig. Auf einigen Flächen (1131, 1145) ist der oberflächliche Feinerdeanteil mit 10% erstaunlich hoch.
Vegetationseinheit B 12
Von den 1978 erfassten Aufnahmen gehört nur eine zu dieser Einheit; der Gesamtdeckungsgrad beträgt weniger als 0.5%.

4.5.1.3. Einfluss des Saatgutes und der Standortsfaktoren auf die Vegetation

Aus der Gliederung und Beschreibung der Vegetationseinheiten geht hervor, dass zur Begrünung in den einzelnen Skigebieten zum Teil unterschiedliches Saatgut verwendet worden ist. Deshalb bilden aus dem gleichen Untersuchungsgebiet oder Skigebiet stammende Aufnahmen, deren Vegetation hauptsächlich aus relativ dicht aufgekommenen angesäten Arten besteht, für sich allein oder zusammen mit anderen Flächen eine entsprechende Einheit. Vom Standort her lassen sich solche Begrenzungen einzelner Einheiten (B 1, B 2, B 4) auf gewisse Skigebiete jedenfalls nicht erklären. Der Zusammenhang zwischen dem verwendeten Saatgut und den einzelnen Einheiten lässt sich nicht genauer dokumentieren, da die Zusammensetzung des Saatgutes teilweise nur unzureichend bekannt ist oder aufgrund der Erhebungen nicht mit den von den Bergbahnen oder Begrünungsfirmen erhaltenen Angaben übereinstimmt.

Neben der Zusammensetzung des Saatgutes beeinflussen weitere Faktoren das unterschiedliche Aufkommen der Vegetation. Ein Beispiel zeigt dies deutlich:

Die Vegetation der begrünten Planierung 1 am Rinerhorn lässt sich hauptsächlich den zwei Einheiten B 3 und B 4 zuordnen. Auf den der Einheit B 4 zugeteilten Flächen (1231, 1232, 1234) dominieren angesäte Pflanzen, welche auf den Flächen der Einheit B 3 (1229) nur schwach vertreten sind oder fehlen.

Da auf der ganzen Planierung das gleiche Saatgut ausgebracht wurde, verursachen andere Faktoren als das Saatgut diesen bedeutenden Unterschied innerhalb der Begrünungsvegetation.

Der Humus- und der Feinerdeanteil, die Höhenlage, die Lage im Gelände und die Neigung könnten das Aufkommen der angesäten Pflanzen beeinflussen:

Zwischen dem oberflächlichen Feinerdeanteil und dem Gedeihen der angesäten Pflanzen besteht kein ersichtlicher Zusammenhang. Aufnahmen mit einem Deckungsgrad der Gesamtvegetation über 30% (113, 181) weisen einen geringen Feinerdeanteil von weniger als 2% auf (vgl. Abb. 25). Daneben gibt es Aufnahmen (170, 224), deren Vegetationsbedeckung trotz eines relativ hohen mittleren Feinerdeanteiles von >10% weniger als 7% beträgt.

Auf die Dichte der durchwegs mit Düngerzugaben und organischem Bodenfestiger oder Saatbinder angesäten Arten scheint der Humusgehalt der oberen Schichten keinen grossen Einfluss zu haben. Im Gegensatz zu den autochthonen Arten gedeihen die angesäten Pflanzen auf denjenigen Flächen, welche dank ihrer nur leicht gestörten, oberflächlichen Bodenschicht einen gegenüber anderen Aufnahmen erhöhten Humusanteil aufweisen, nicht wesentlich üppiger. Es ist möglich, dass die auf humusreicheren Flächen vermehrt aufkommenden autochthonen Arten das Wachstum und die Ausbreitung der angesäten Pflanzen einschränken (Konkurrenz). Bis zu einem gewissen Grade dürfte das Aufkommen der angesäten Arten also trotz des gegenteiligen Ergebnisses von der Höhe des Humusgehaltes beeinflusst werden, wie auch Beobachtungen ausserhalb der Untersuchungsflächen bestätigen.

Die angesäten Gräser gedeihen in allen erfassten Höhenlagen. Allerdings fällt auf, dass sie mit zunehmender Höhe kümmerlichere Formen annehmen und es in ihrer Entwicklung immer weniger bis zum Blühen und zur Samenproduktion kommt.

Die Neigung und die Lage im Gelände beeinflussen das Aufkommen der angesäten Arten nicht wesentlich. Die angesäten Arten bevorzugen weder eine bestimmte Lage im Gelände noch eine bestimmte Neigung.
Sicher ist das Wetter nach der Ansaat, während der Keimung oder des "Jungpflanzenstadiums" oder dann die Art der Begrünung für das Aufkommen der angesäten Pflanzen entscheidend. Allerdings konnten die Art der Begrünung manchmal und die Aussaattermine öfters nicht mehr genau festgelegt werden, sodass sich der Einfluss dieser beiden Faktoren auf das Aufkommen der angesäten Arten nicht untersuchen liess.

4.5.2. Zeitliche Veränderungen von Vegetation und Standort

4.5.2.1. Vergleich der jährlich erfassten Vegetation

Veränderungen innerhalb der Vegetation auf den begrünten Dauerflächen lassen sich aus Abb. 23 und Abb. 24 herauslesen.
Zunächst werden die Vegetationsveränderungen in den einzelnen Vegetationseinheiten beschrieben.

Vegetationseinheiten B 1 und B 3

Die den Pflanzenbestand bildenden angesäten Gräser nehmen von 1978 bis 1980 stark ab. Die neben den Begrünungsgräsern noch vorkommenden Bodenmoose zeigen kein einheitliches Verhalten.

Vegetationseinheit B 4

Diese Einheit ist nur durch eine Aufnahme vertreten. Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation ist im mittleren Untersuchungsjahr (1979) am grössten, im letzten am kleinsten; dafür sind vor allem die angesäten Pflanzen der Artenguppe Ab 4 verantwortlich (Cynosurus cristatus, Trifolium pratense s.l. oder T. hybridum, Festuca pratensis). Die übrigen angesäten Pflanzen und die Bodenmoose weisen dagegen im ersten Untersuchungsjahr die kleinste Dichte auf.

Vegetationseinheit B 5

Von 1978 bis 1980 nimmt die Deckung der angesäten Arten stark ab. Die Bodenmoose verhalten sich hingegen uneinheitlich. Die autochthonen Arten, welche neben den angesäten Pflanzen einen beachtlichen Teil der Gesamtvegetation ausmachen, sind im letzten Untersuchungsjahr am schwächsten vertreten. Zu dieser Entwicklung tragen hauptsächlich Arten bei, welche in ihrem Vorkommen grosse Artmächtigkeiten aufweisen wie Sagina linnaei, Poa alpina, Luzula spadicea usw.

Vegetationseinheiten B 6 und B 8

Der Deckungsgrad der angesäten Arten ist auf allen Aufnahmen im letzten Untersuchungsjahr am geringsten. Allerdings ist die Abnahme der angesäten Pflanzen weniger ausgeprägt als bei den vorherigen Einheiten. Dagegen ist die Deckung der autochthonen Arten entweder im mittleren Untersuchungsjahr am grössten oder nimmt von 1978 bis 1980 stetig zu.

Vegetationseinheit B 10
Fast alle Arten, auch die vorherrschenden Bodenmoose, weisen im mittleren Untersuchungsjahr den grössten Deckungsgrad auf.
Vegetationseinheit B 11
Die angesäten Pflanzen kommen im mittleren Untersuchungsjahr am dichtesten auf, oder ihre Deckung nimmt von 1978 bis 1980 stetig zu. Bei den autochthonen Arten sind neben stetigen Zunahmen auch Abnahmen zu verzeichnen.

Trotz einer gewissen Uneinheitlichkeit zeichnen sich auf den begrünten Dauerflächen folgende Tendenzen ab:

Angesäte Arten

Bei Dauerflächen, auf welchen die angesäten Arten 1978 eine Dichte über 10% aufweisen (Einheit B 1 bis B 6), überwiegen abnehmende Tendenzen. So ist auf diesen Flächen die Deckung 1980 durchwegs kleiner als 1978, wie aus Abb. 24 hervorgeht. Auf den Flächen 233, 175 und 116 ist die Abnahme so stark, dass die angesäten Arten im letzten Untersuchungsjahr (1980) oft nur noch einen kleinen Teil des 1978 festgestellten Deckungsgrades erreichen. Auf den übrigen Dauerflächen sind sowohl abnehmende als auch zunehmende Tendenzen zu verzeichnen, wobei letztere etwas überwiegen.

Abb. 23 (S. 88 und 89). Vegetationsveränderungen auf den begrünten Dauerflächen.
Fig. 23 (p. 88 and 89). Changes in vegetation on sown permanent plots.

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording: A = 1978, B = 1979, C = 1980

Artmächtigkeit - species value:

Z 5 0 Kennzahl (Transformation in die Deckungsgrade vgl. Tab. 2)
characteristic (transformation into the plant cover comp. table 2)

Entwicklungstendenzen der Artmächtigkeiten von 1978-1980
tendencies of development of species values between 1978 and 1980:

1978 grösster Deckungsgrad
1978 greatest plant cover

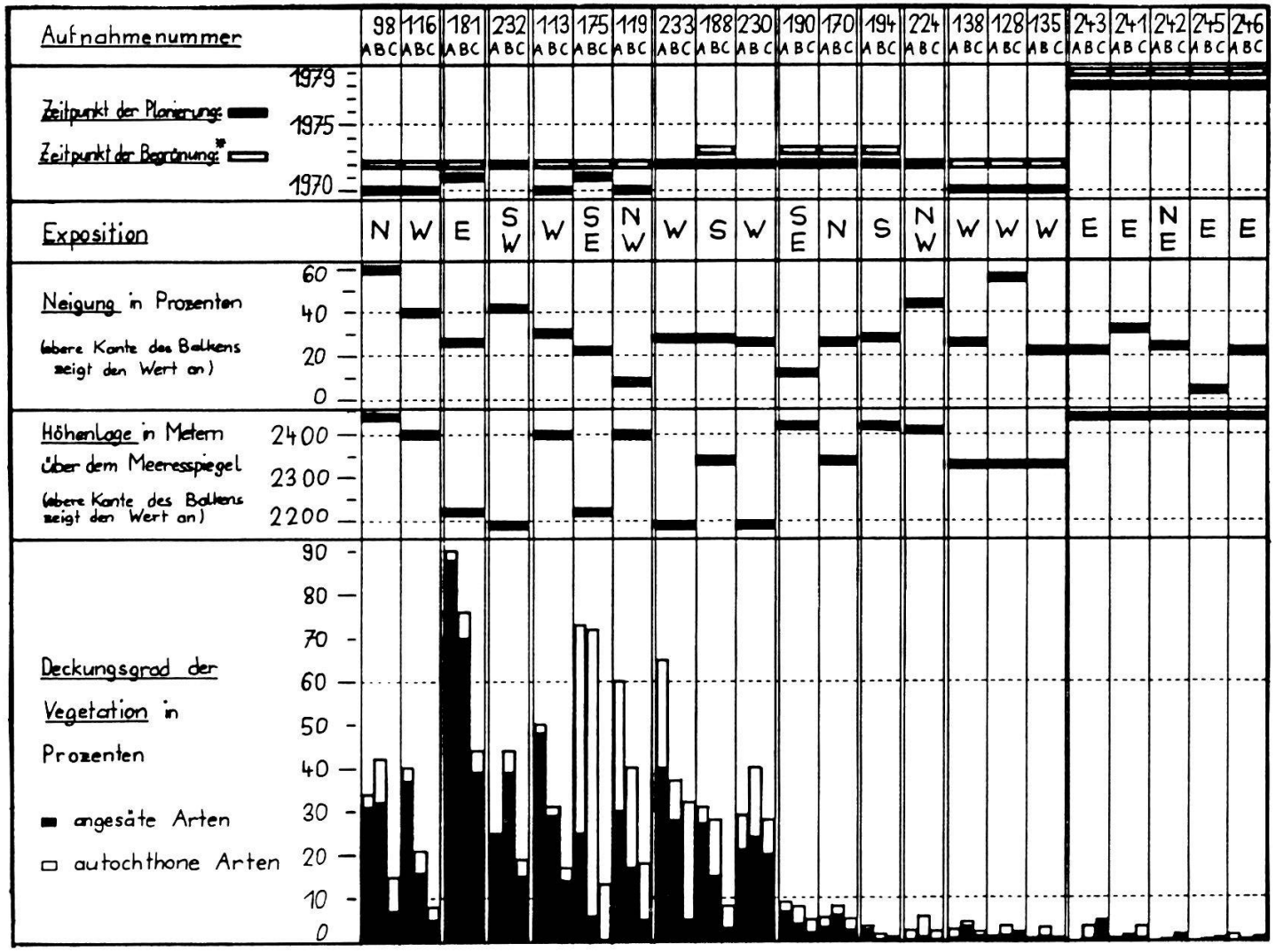
1980 grösster Deckungsgrad
1980 greatest plant cover

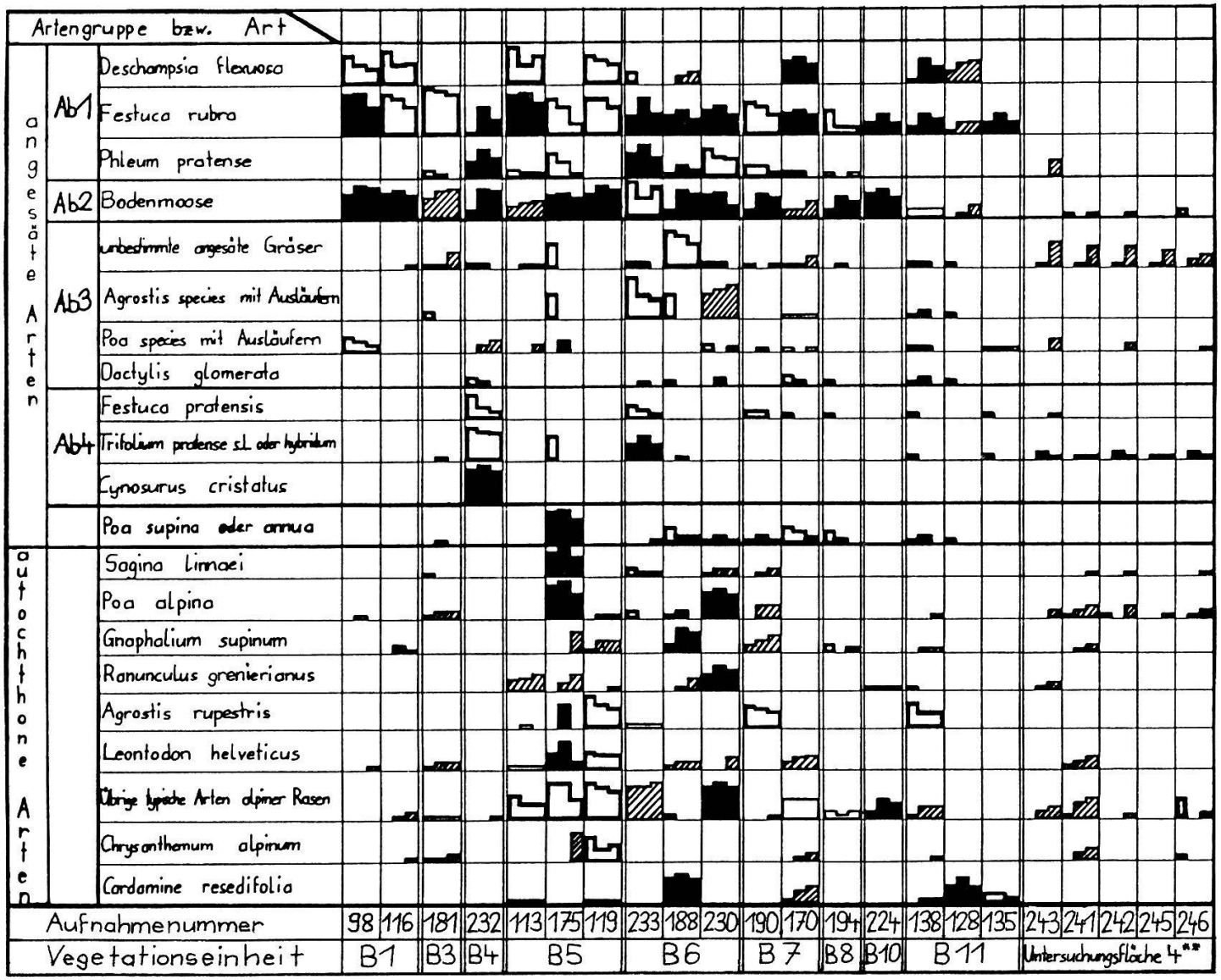
1979 grösster Deckungsgrad
1979 greatest plant cover

1978 und 1980 gleicher Deckungsgrad - 1978 and 1980 same plant cover

* bei widersprüchlichen Angaben ohne Bezeichnung des Zeitpunktes der Begrünung
Contradictory indications without specification of the time of the restoration of the vegetation

** Aufnahmen der 1978 planierten und ein Jahr darauf begrünten Untersuchungsfläche 4 im Dorftälli (Skigebiet Parsenn)
Relevés of the investigated area 4 in Dorftälli (skiing region Parsenn) levelled in 1978 and sown one year later


Aufnahmenummer
98 116 181 232 113 175 119 233 188 230 190 170 194 224 138 128 135 243 241 242 245 246
A B C
Zeitpunkt der Planierung:
Zeitpunkt der Begrünung:*
1979
1975
1970
Exposition
N W E SW W SE NW W S W SE N S NW W W W E E NE E E
Neigung in Prozenten
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
60
40
20
0
Höhenlage in Metern über dem Meeresspiegel
(obere Kante des Balkens zeigt den Wert an)
2400
2300
2200
Deckungsgrad der Vegetation in Prozenten
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
angesäte Arten
autochthone Arten


Artengruppe bzw. Art
angesäte Arten
Ab1
Deschampsia flexuosa
Festuca rubra
Phleum pratense
Ab2
Bodenmoose
Ab3
unbestimmte angesäte Gräser
Agrostis species mit Ausläufern
Poa species mit Ausläufern
Dactylis glomerata
Ab4
Festuca pratensis
Trifolium pratense s.L. oder hybridum
Cynosurus cristatus
Poa supina oder annua
autochthone Arten
Sagina limnaei
Poa alpina
Gnaphalium supinum
Ranunculus grenierianus
Agrostis rupestris
Leontodon helveticus
Übrige typische Arten alpiner Rasen
Chrysanthemum alpinum
Cardamine resedifolia
Aufnahmenummer
98 116 181 232 113 175 119 233 188 230 190 170 194 224 138 128 135 243 241 242 245 246
Vegetationseinheit
B1 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B10 B11 Untersuchungsfläche 4**

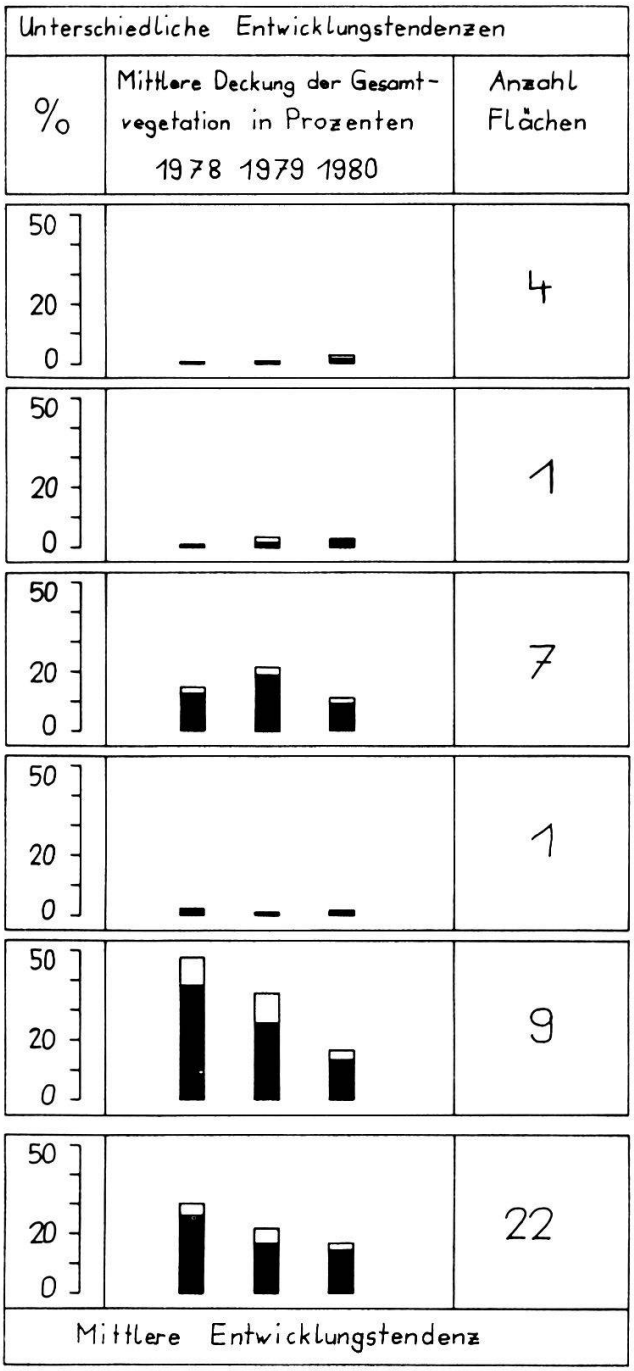


Abb. 24. Charakterisierung der Vegetationsveränderungen auf den begrünten Flächen des sauren Silikates.

Fig. 24. Characterization of changes in vegetation on sown relevés on acidic silicate.

■ angesäte Arten / sown species

□ autochthone Arten / indigenous species

Bodenmoose

Der Deckungsgrad der Bodenmoose ist im mittleren Untersuchungsjahr am grössten oder nimmt von 1978 bis 1980 stetig zu.

Autochthone Samenpflanzen

Bei bedeutendem Vorkommen, also Artmächtigkeiten über ungefähr 1%, herrschen von 1978 bis 1980 abnehmende Tendenzen vor. Bei geringeren Artmächtigkeiten dagegen prägen zunehmende Tendenzen die Vegetationsveränderungen.

Die mittlere Vegetationsbedeckung der 22 begrünten Dauerflächen geht während der drei Untersuchungsjahre kontinuierlich von 24% auf 14% zurück. Für diese Abnahme der Vegetation sind im allgemeinen angesäte und nur auf wenigen Flächen (119, 175) auch autochthone Arten verantwortlich.

Die Dauerflächen 240, 244 und 246 der 1978 planierten und ein Jahr darauf begrünten Untersuchungsfläche 4 im Dorftälli erlaubten, die Entwicklung der angesäten Arten in den ersten Jahren zu verfolgen (vgl. Abb. 23). Die im Frühsommer angesäten Pflanzen wachsen im selben Jahr nur kümmerlich. Im darauffolgenden Jahr (1980) ist der Deckungsgrad der angesäten Arten schon grösser, liegt aber noch deutlich unter demjenigen auf den Flächen der Einheiten B 1, B 3, B 6 oder B 8. Die Bodenmoose sind nur schwach vertreten und weisen keine bestimmten Entwicklungstendenzen auf. Die eher schwach vertretenen autochthonen Arten nehmen mit Ausnahme derjenigen auf der Fläche 246 von 1978 bis 1980 im allgemeinen stetig zu.

4.5.2.2. Vergleich der jährlich erfassten Bodenoberfläche

Die Veränderungen der Bodenoberfläche während der dreijährigen Untersuchungsperiode sind in Abb. 25 dargestellt. Der mittlere Anteil des groben Skelettmaterials (Körnung >2 mm) nimmt auf den 17 vor der Untersuchungszeit begrünten Dauerflächen von 1978 bis 1980 zu (48.7%, 61.7%). Die Abnahme des mittleren Feinerdeanteils (12.5%, 10.3%) ist während dieser Zeitspanne zum Teil weniger ausgeprägt, als von der Zunahme des groben Skelettmaterials zu erwarten wäre.

Die starke Zunahme des Feinerdeanteils der Fläche 98 von 2% auf 57% lässt sich nicht eindeutig erklären. Als Ursache kommen ein Rückgang der Vegetation (vgl. Kap. 4.6.2.), eine kleinflächige Ueberschüttung oder ein Abrutschen eines grösseren Steines in Frage.

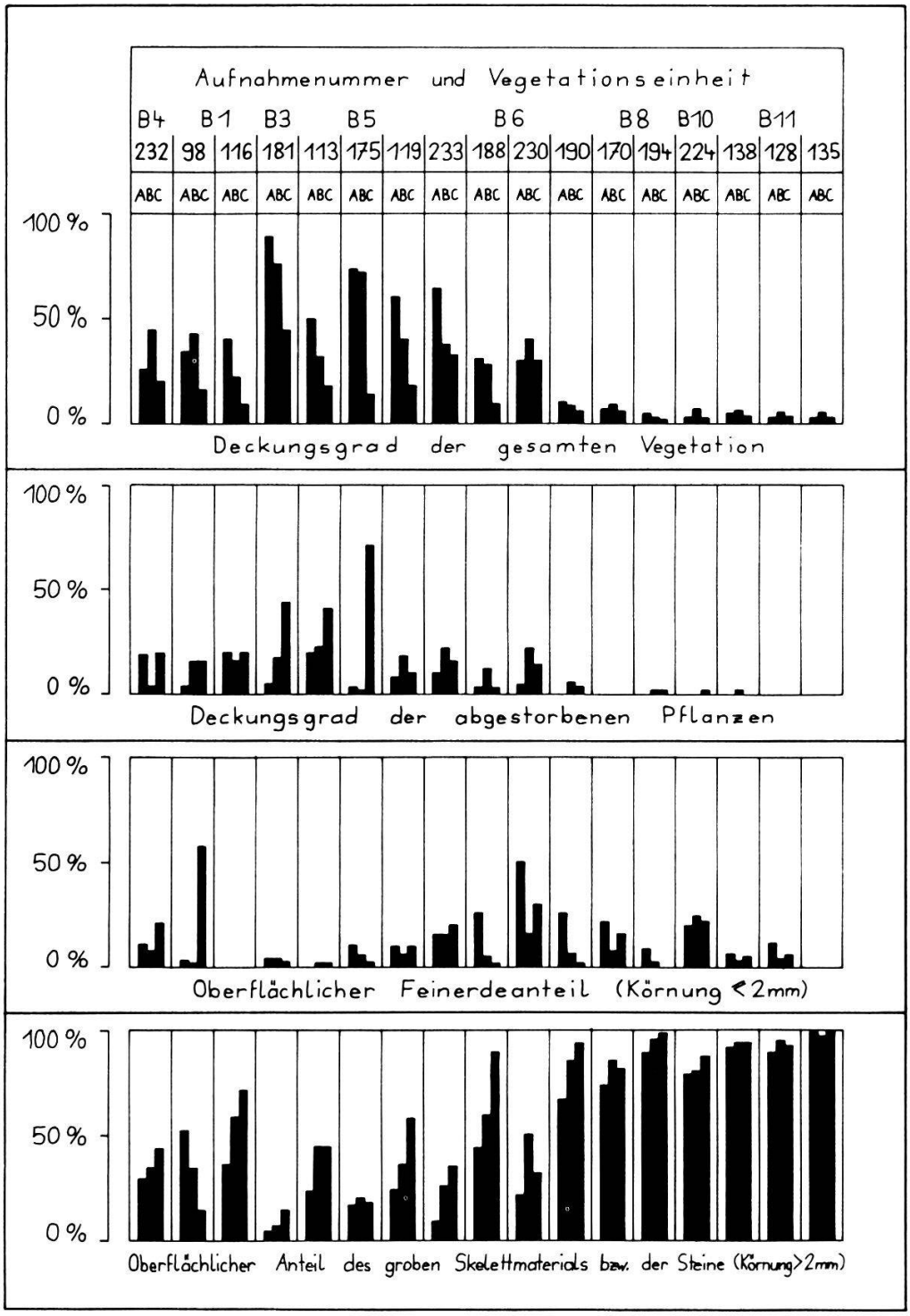


Abb. 25. Beschaffenheit der Bodenoberfläche der vor 1978 begrünten Dauerflächen.

Fig. 25. Nature of the soil surface of permanent plots on ski runs sown before 1978.

Zeitpunkt der Aufnahme - time of recording: A = 1978, B = 1979, C = 1980

4.5.2.3. Einfluss der Bodenoberfläche auf die Vegetationsveränderungen

Zwischen dem oberflächlichen Feinerdeanteil und den Vegetationsveränderungen besteht kein ersichtlicher Zusammenhang. Dementsprechend nimmt die Vegetationsbedeckung sowohl auf den Flächen 113, 116 und 181 mit einem vergleichsweise geringen oberflächlichen Feinerdeanteil (<2.5%) als auch auf den Flächen 188, 190 und 230 mit einem grossen Feinerdeanteil (>25%) ab.
Der von 1978 bis 1980 oft festgestellte Rückgang der Vegetation hinterlässt vorerst eine Schicht abgestorbener, unverrotteter Pflanzen (vgl. Abb. 25). Die durch den Rückgang der Vegetation verursachten Schichten von abgestorbenem Pflanzenmaterial werden langsam geringer. Entsprechend dem Abbau der abgestorbenen Pflanzen vergrössert sich auf den betroffenen Dauerflächen der Anteil der unbewachsenen Bodenoberfläche, also der Feinerde und des groben Skelettmaterials. Bei Dauerflächen, deren Vegetationsveränderungen durch keine starken Abnahmen geprägt sind, nimmt der oberflächliche Feinerdeanteil eher ab bzw. der Anteil des groben Skelettmaterials im allgemeinen zu (vgl. Abb. 25).

4.5.2.4. Einfluss der Standortsfaktoren auf die Vegetationsveränderungen

Wie die Vegetationsveränderungen auf den 1979 begrünten Dauerflächen (240 bis 246) während der ersten anderthalb Jahren zeigen, sprossen frisch angesäte Gräser und nehmen vorerst je nach Qualität des Bodens mehr oder weniger stark zu.
Dieser sich auf begrünten Flächen einstellende Zuwachs der Vegetation klingt im allgemeinen nach drei bis fünf Jahren ab. Ja die Vegetationsveränderungen der 1972 und 1973 begrünten Dauerflächen sind wie oben schon erwähnt oft von einem deutlichen Rückgang der Pflanzendecke geprägt.
Zwischen den Vegetationsveränderungen von 1978 bis 1980 und der Exposition, Neigung und Höhenlage wird kein deutlicher Zusammenhang ersichtlich, wie aus Abb. 23 hervorgeht.

4.6. VERGLEICH DER UNBEGRUENTEN UND BEGRUENTEN SKIPISTENPLANIERUNGEN

4.6.1. Unterschiede in Artengarnitur, Artendominanz und Standort

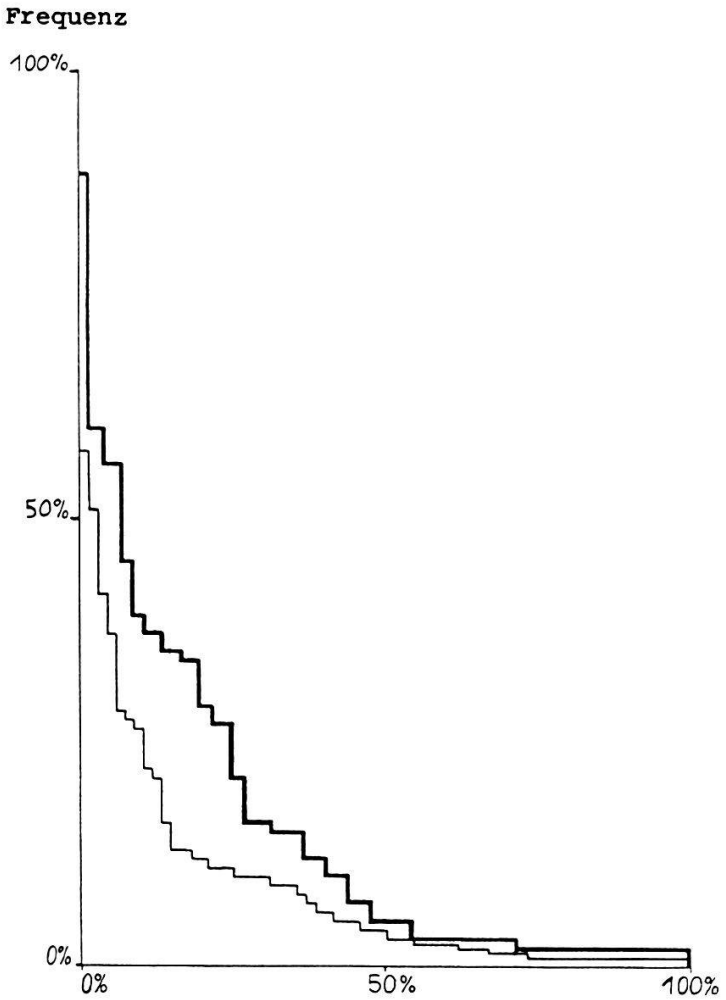
Der durchschnittliche Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist auf den 58 begrünten Aufnahmen mit 29.7% wesentlich grösser als auf den 116 unbegrünten Flächen mit nur 3.6%.
Dieser grosse Unterschied in der durchschnittlichen Vegetationsdichte kann nicht nur auf die Begrünung und die entsprechenden Massnahmen wie Düngergaben sowie das Ausbringen eines Bodenfestigers oder eines Wetterschutzes zurückgeführt werden. Er kommt zum Teil auch daher, dass auf unbegrünten Planierungen der Anteil derjenigen Flächen, welche für aufkommende Pflanzen ungünstig sind, höher ist als auf begrünten. Im allgemeinen werden bevorzugt Flächen begrünt, welche eher ein Aufkommen der Pflanzen erwarten lassen. Hoch gelegene Planierungen, auf welchen von der Lage her mit einer kurzen schneefreien Zeit zu rechnen ist, also die Untersuchungsfläche 5 am Jakobshorn, 4 im Dorftälli, 1 und 2 am Rinerhorn, aber auch windexponierte Planierungen mit einer feinerdearmen oberen Bodenschicht wie die Untersuchungsfläche 6 am Jakobshorn sowie Flächen mit einer Neigung über 60% sind bis 1981 im allgemeinen nicht oder zu unsorgfältig begrünt worden.
Aus dem Vergleich der in Abb. 7 und Abb. 22 geordneten Aufnahmen unbegrünter und begrünter Planierungen geht eindeutig hervor, dass auf den meisten begrünten Flächen einige wenige angesäte Arten wie Festuca rubra, Phleum pratense, Deschampsia flexuosa stark vorherrschen, also die Artenvielfalt entsprechend kleiner ist als auf den unbegrünten Flächen.
Diesen Unterschied in der Artendominanz begrünter und unbegrünter Flächen bestätigen folgende Beispiele:

- Bei den begrünten Planierungen ist der Anteil der Flächen, auf welchen die drei Arten mit den grössten Frequenzen mindestens 90% der Vegetationsbedeckung ausmachen, fast doppelt so gross wie bei den unbegrünten. Dementsprechend erreichen Festuca rubra, Phleum pratense und Deschampsia flexuosa auf 29% der begrünten Flächen, hingegen Chrysanthemum alpinum, Cardamine resedifolia und Poa alpina nur auf 15% der unbegrünten Flächen den oben genannten Grenzwert.
- Arten mit grossen Frequenzen sind auf begrünten Flächen stärker ver-

treten als auf unbegrünten, was auch aus dem Diagramm in Abb. 26 hervorgeht.

In der Artengarnitur begrünter und unbegrünter Flächen bestehen neben der differenzierenden Artendominanz weitere Unterschiede:

- Wie schon in Kap. 4.5.1.3. erwähnt, kommen die angesäten Pflanzen im



nach Stetigkeit geordnete Artreihenfolge
(100% = Gesamtartenzahl auf 116 unbegrünten
bzw. 58 begrünten Aufnahmen)

Abb. 26. Verteilung der Frequenzen auf begrünten sowie unbegrünten Aufnahmeflächen.

Fig. 26. Distribution of frequencies on sown and unsown relevés.

— unbegrünte Flächen
unsown plots

▬ begrünte Flächen
sown plots

Gegensatz zu den autochthonen Arten vor allem in höheren Lagen nicht zum Blühen; sie produzieren also keine Früchte und Samen. Die manchmal kaum voneinander unterscheidbaren, vorherrschenden sterilen Gräser verstärken zudem die Eintönigkeit der Vegetation auf den begrünten Flächen.

- Im allgemeinen sind die Bodenmoose auf den begrünten Dauerflächen stärker vertreten als auf den unbegrünten. Zwischen dem "Begrünen" und dem hohen Aufkommen der Bodenmoose besteht also ein Zusammenhang. Die ausgebrachten, in Kap. 2.3.2. beschriebenen Bodenverbesserungsmittel (Dünger, Klebestoffe, Bodenfestiger und andere Hilfsmittel) und die durch Begrünungsarbeiten verursachte Verdichtung der Bodenoberfläche dürften hier eine wichtige Rolle spielen.

Abgesehen davon, dass allzu ungünstige Standorte, wie schon oben erwähnt, nicht begrünt wurden, zeigen sich zwischen begrünten und unbegrünten Flächen inbezug auf den Standort keine grossen Unterschiede.
Die Beschaffenheit der Bodenoberfläche sowie andere Eigenschaften des Standortes beeinflussen auf unbegrünten Flächen das Aufkommen der Vegetation etwas deutlicher als auf den begrünten. Auf letzteren dürften andere Faktoren, z.B. die Zusammensetzung des Saatgutes und das Wetter nach der Ansaat, die Vegetation zum Teil nachhaltiger beeinflussen als die oben erwähnten Standortsfaktoren (vgl. Kap. 4.5.1.3.).
Das Vorkommen der autochthonen Arten wird auf begrünten Planierungen in gleicher Weise durch einzelne Standortsdaten geprägt wie auf unbegrünten. So hat der Zerstörungsgrad der oberen Bodenschichten auf das Aufkommen der autochthonen Arten, vor allem der Alpenrasenarten Nardus stricta, Luzula spadicea und Carex curvula, auch auf begrünten Flächen einen grossen Einfluss. Flächen, die aufgrund ihrer Lage mit einer kurzen schneefreien Zeit vorlieb nehmen müssen (1200, 1185), werden bei den begrünten Planierungen wie bei den unbegrünten von sogenannten Schneetälchenarten, z.B. Sagina linnaei oder Arenaria biflora, bevorzugt.

4.6.2. Unterschiede in der Veränderung der Vegetation und des Standortes

Zwischen der mittleren Vegetationsdichte begrünter und unbegrünter Dauerflächen besteht im ersten Untersuchungsjahr (1978) der grösste prozentuale Unterschied (6% bzw. 24%). Im mittleren Untersuchungsjahr (7% bzw. 21%) und 1980 (4% bzw. 14%) ist er kleiner. Gesamthaft nimmt die Vegeta-

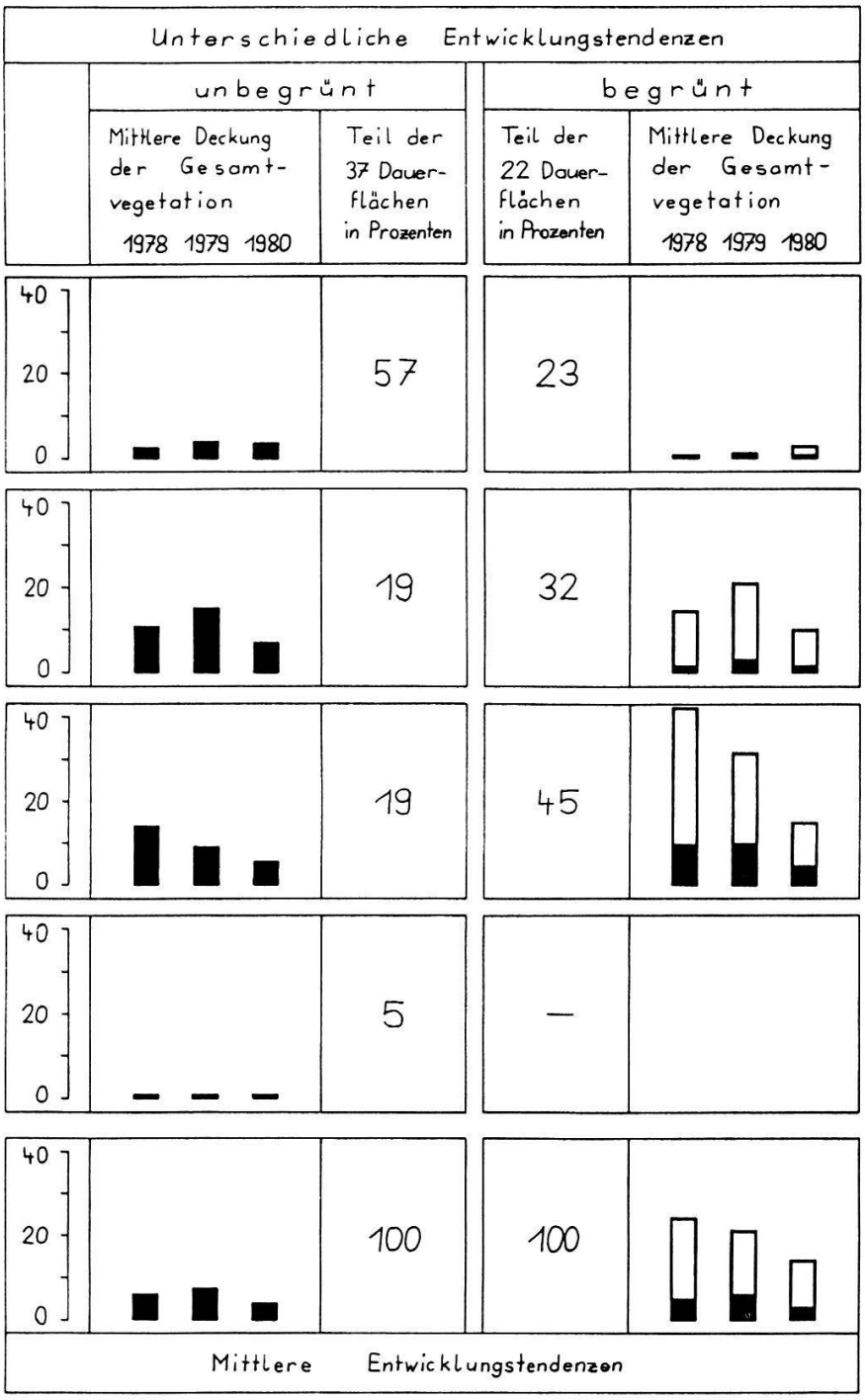


Abb. 27. Vegetationsveränderungen auf unbegrünten und begrünten Skipistenplanierungen des sauren Silikates.
Fig. 27. Changes in vegetation on unsown and sown levelled ski runs on acidic silicate.

■ autochthone Arten
indigenous species

□ angesäte Arten
sown species

tion auf den begrünten Dauerflächen während der drei Untersuchungsjahre also stetig ab; auf den unbegrünten hingegen nimmt sie vorerst zu und von 1979 bis 1980 ab (vgl. Abb. 27). Aus dieser Abbildung geht auch hervor, dass auf den begrünten sowie den unbegrünten Dauerflächen der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation 1980, im letzten Untersuchungsjahr, eindeutig am niedrigsten ist. Die erwähnte Abbildung sowie ein Vergleich von Abb. 8 mit Abb. 23 zeigen, dass mit grosser Mächtigkeit vorkommende Arten sowohl auf begrünten als auch unbegrünten Dauerflächen bevorzugt abnehmen. Arten mit grosser Mächtigkeit kommen auf begrünten Dauerflächen etwas häufiger vor als auf unbegrünten. Dementsprechend weisen 45% der begrünten Dauerflächen, bei den unbegrünten nur 19%, einen Rückgang der Vegetationsbedeckung auf. Umgekehrt ist die Deckung der Vegetation 1980 nur auf 23% der begrünten Flächen, dagegen auf 57% der unbegrünten grösser als 1978 (vgl. Abb. 27).
Die Veränderungen der Bodenoberfläche von 1978 bis 1980 sind auf den begrünten und unbegrünten Dauerflächen etwa gleich (vgl. Abb. 12 mit Abb. 25). Der Anteil des groben Skelettmaterials nimmt auf der Mehrzahl der Dauerflächen zu, derjenige der Feinerde eher ab. Einzig bei den begrünten Flächen 232, 98 usw., deren Vegetation stark abnimmt, vergrössert sich, wie zu erwarten, der sichtbare Feinerdeanteil.
Zwischen den Vegetationsveränderungen und der Neigung, Lage im Gelände, Höhenlage sowie der Beschaffenheit der Bodenoberfläche wird während der drei Untersuchungsjahre weder auf begrünten noch auf unbegrünten Dauerflächen ein eindeutiger Zusammenhang ersichtlich (vgl. Abb. 8 und Abb. 23).

4.6.3. Einwanderung der autochthonen Arten in begrünte Flächen

Die natürliche Wiederbesiedlung wird durch künstliche Begrünung eher verlangsamt. Ein Vergleich der Deckung der autochthonen Arten auf benachbarten, gleiche Standortsbedingungen aufweisenden, begrünten und unbegrünten Flächen zeigt dies deutlich (vgl. Abb. 28). Auf den begrünten Flächen des Dolomites kommen die autochthonen Arten signifikant weniger dicht auf (t-Test, 5%) als auf den unbegrünten. Hingegen lässt sich der in Abb. 28 sichtbare Unterschied zwischen den verglichenen begrünten und unbegrünten Flächen des sauren Silikates statistisch nicht sichern. Im Gegensatz zur Deckung ist die Zusammensetzung der autochthonen Arten auf den begrünten und unbegrünten Flächen etwa gleich.

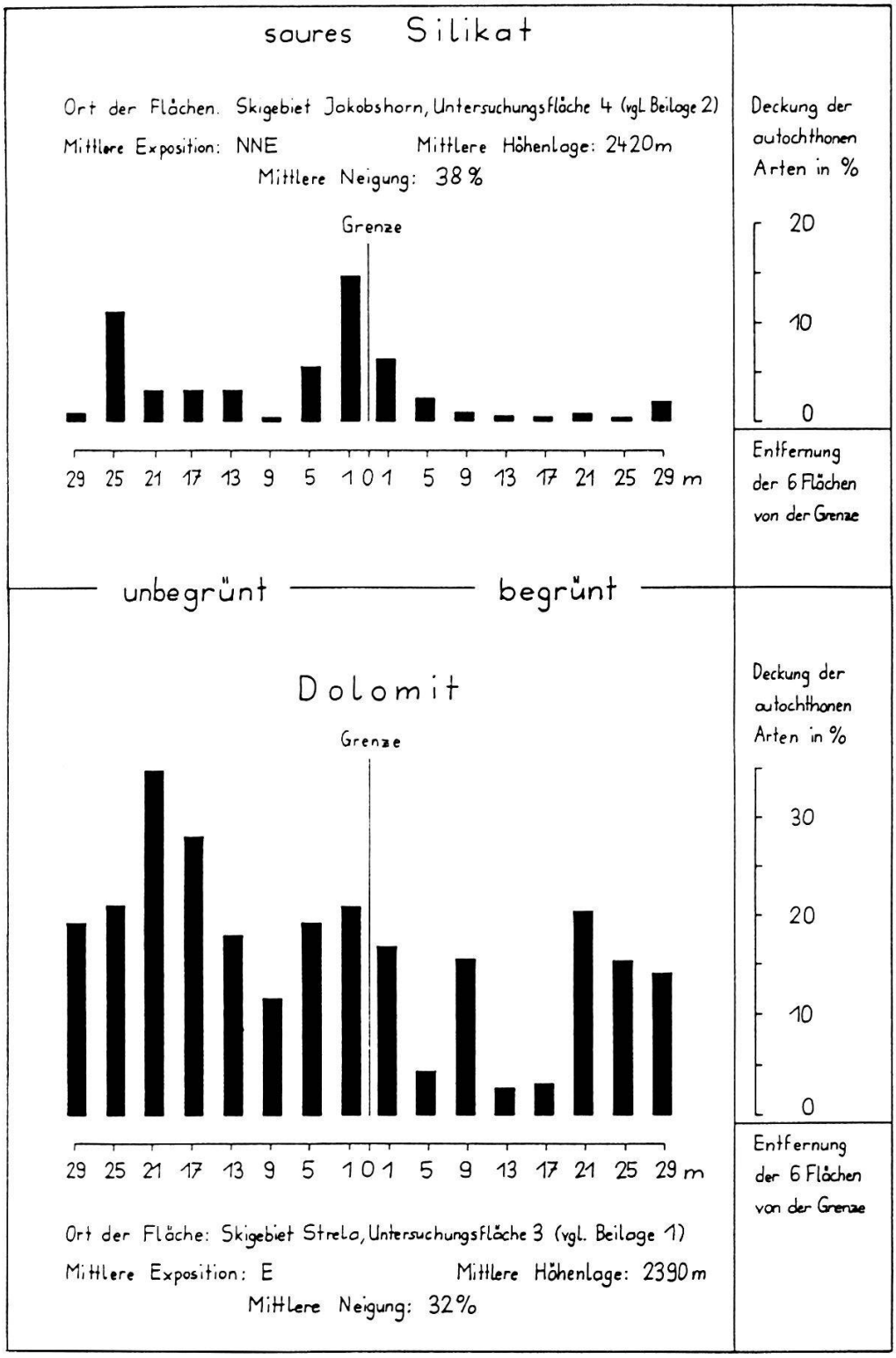


Abb. 28. Durchschnittlicher Deckungsgrad sämtlicher nicht angesäter Pflanzen auf jeweils 6 unbegrünten und begrünten, von der Begrünungsgrenze gleich weit entfernten Flächen.

Fig. 28. Mean plant cover of all indigenous plants on each of 6 sown and unsown plots at the same distance from the border of the sown area.

4.7. VERGLEICH DER SKIPISTENPLANIERUNGEN IM OBERENGADIN MIT JENEN BEI DAVOS

4.7.1. Klassifikation der Vegetationsaufnahmen und Gliederung der Arten

Der mittlere Deckungsgrad der begrünten Aufnahmen der untersuchten Planierungen im Oberengadin beträgt 16%, derjenige der unbegrünten 3.5%. Die Pflanzendecke auf den Planierungen um Davos und auf denen im Oberengadin besteht ungefähr aus den gleichen Arten. Die wenigen Arten, welche auf den Planierungen um Davos nicht vertreten sind, erreichen auf den Flächen im Oberengadin im allgemeinen weniger als 1/5 des Deckungsgrades der gesamten Vegetation. Die Einteilung der Aufnahmen und die Ordnung der Arten innerhalb Abb. 29, die alle Aufnahmen der Planierungen im Oberengadin zusammenfasst, entsprechen Abb 7, also den unbegrünten Flächen auf saurem Silikat bei Davos.

4.7.2. Vergleich der Standorte

Im allgemeinen sind die Aufnahmen im Oberengadin höher gelegen als diejenigen auf den Planierungen um Davos. Hier ist keine Aufnahme über 2500 m; hingegen im Oberengadin am Piz Corvatsch sind 70% darüber, und zwar bis 2690 m.
Der Boden der Planierungen im Oberengadin ist aufgrund von Beobachtungen zum Teil etwas feinerdereicher, tonreicher oder etwas weniger stark verdichtet als derjenige der Untersuchungsflächen um Davos. Die beobachteten Böden im Skigebiet um den Piz Corvatsch entsprechen am ehesten denjenigen der Untersuchungsflächen 1, 2 und 3 am Rinerhorn.
Verlagerungen von Feinerde und Erosionserscheinungen wie Rinnen, Gräben und oberflächliche Abschwemmungen sind auf den untersuchten Planierungen im Oberengadin im allgemeinen etwas häufiger als auf denjenigen um Davos. Die Ursachen dafür wurden in dieser Arbeit nicht untersucht. Zur stärkeren Erosion auf den Flächen im Oberengadin dürften die oben erwähnten Unterschiede in der Beschaffenheit des Bodens und die in der oberen alpinen Stufe aufgrund des Einflusses der südalpinen Steigregen stärkeren Niederschläge als in der Umgebung von Davos beitragen (vgl. Kap. 2.1. und 5.1.3.).

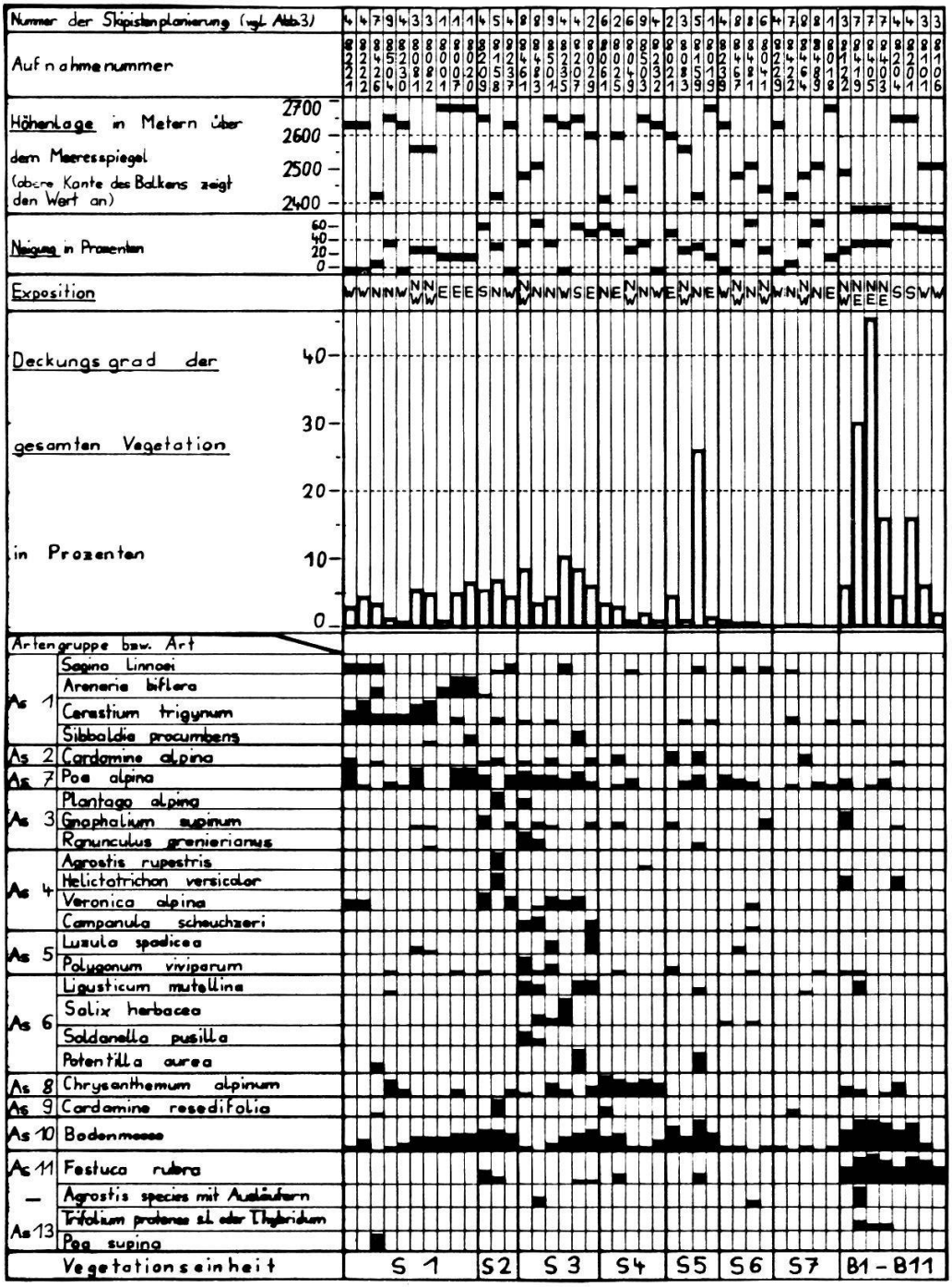


Abb. 29. Vegetation der Skipistenplanierungen im Skigebiet Corvatsch.
Fig. 29. Vegetation of levelled ski runs in the skiing region Corvatsch.

Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):

4.7.3. Vergleich der Vegetation

4.7.3.1. Vegetationseinheiten

Auf den Planierungen im Oberengadin ist die Vegetationseinheit S 1 deutlicher ausgeprägt als auf denjenigen um Davos. Die zu dieser Einheit gehörenden Flächen sind im Oberengadin entweder über 2550 m gelegen (8001, 8007, 8020), weisen eine sehr geringe Neigung auf (8221, 8222) oder sind mehr oder weniger gegen Norden exponiert (8426, 8504).
Die Arten Sagina linnaei, Arenaria biflora, Cerastium trigynum, Sibbaldia procumbens und Poa alpina der diese Einheit prägenden Gruppen As 1 und As 3 sind auf den Flächen im Oberengadin stärker vertreten als um Davos.
Die übrigen Vegetationseinheiten der Planierungen im Oberengadin entsprechen in ihrer Artengarnitur denjenigen der unbegrünten Flächen des sauren Silikates um Davos. Infolge des im Oberengadin kontinentaleren Klimas und der deshalb um 100 m - 200 m höheren Vegetationsstufen sind am Corvatsch die Flächen in jeder Einheit oft höher gelegen als im Davoser Gebiet.

4.7.3.2. Vorkommen einzelner Arten

Mit Ausnahme der Bodenmoose sind die Arten, welche auf den Planierungen um Davos mit hohen Frequenzen vorkommen, auf den Flächen am Corvatsch weniger stark vertreten. So sind Cardamine resedifolia und Chrysanthemum alpinum auf den Planierungen um Davos eindeutig häufiger als auf denjenigen im Oberengadin (Frequenzen von 53% zu 10%, bzw. 59% zu 33%). Anstelle von Cardamine resedifolia dürfte im Oberengadin teilweise die nah verwandte, längere Schneebedeckung ertragende Cardamine alpina vorkommen, deren Frequenz auf den Flächen im Oberengadin mit 28% höher ist als auf denjenigen um Davos mit nur 12%. Auch Poa alpina ist im Oberengadin mit einer Frequenz von 75% stärker vertreten als auf den Planierungen um Davos mit 44%.
Auf den untersuchten Planierungen am Corvatsch gedeihen einige Arten, welche auf denjenigen um Davos nicht vorkommen. Ihr Aufkommen ist allerdings so gering, dass sie in Abb. 29 nicht aufgeführt sind. Zu diesen Arten gehören als Vertreter der alpinen Rasen Carex parviflora, Sesleria disticha, als Vertreter der Pioniervegetation Oxyria digyna und verein-

zelt auf über 2600 m gelegenen Flächen Ranunculus glacialis.

4.7.3.3. Aufkommen der angesäten Gräser

Zwischen den begrünten Flächen der Planierungen um Davos und denjenigen am Corvatsch bestehen in der Dichte und der Zusammensetzung der Vegetation keine wesentlichen Unterschiede. Die Aufnahmen im Oberengadin zeigen, dass angesäte Pflanzen auf Höhenlagen über 2650 m gedeihen. Allerdings ist die Deckung der angesäten Pflanzen auf dieser Höhe geringer (8201, 8204 mit 9% bzw. 0.9%) als auf tiefer, nämlich 2390 m gelegenen Flächen (8405, 8419 mit 25% bzw. 13%).

4.8. VEGETATION UND STANDORT VON SCHUTTHALDEN, ALPINEN RASEN UND GLETSCHERVORFELDERN

Schutthalden, alpine Rasen und Gletschervorfelder entsprechen in ihrem Standort oder ihrer Vegetation am ehesten den Skipistenplanierungen.

4.8.1. Vergleich der Skipistenplanierungen mit einer Schutthalde

4.8.1.1. Saures Silikat

Die untersuchte Schutthalde ist an der Nordwestflanke des Jakobshorns auf 2420 m gelegen und weist eine mittlere Neigung von 40% auf (vgl. Beilage 2).
Der mittlere Deckungsgrad der Vegetation beträgt ungefähr 12%. Die Zusammensetzung der Pflanzendecke ist aus Abb. 30 ersichtlich, die alle standörtlich teilweise etwas unterschiedlichen Aufnahmen der unbegrünten Planierungen, der untersuchten Schutthalde und der alpinen Rasen umfasst. Auf der Schutthalde bilden Arten wie Poa alpina, Doronicum clusii, Luzula spadicea, Chrysanthemum alpinum oder Oxyria digyna den Hauptbestand der Vegetation. Weiter kommen typische Besiedler von Pionierstandorten wie Arabis alpina und Linaria alpina vor.
Auf der unbegrünten Planierung 2 am Jakobshorn ist die mittlere Deckung der Vegetation mit 5.4% geringer als auf der abgesehen von der Exposition standörtlich mehr oder weniger entsprechenden Schutthalde mit 11.7% (vgl. Tab. 7). Es bestehen aber nicht nur Unterschiede in der Dichte, sondern auch in der Zusammensetzung der Vegetation, wie aus Abb. 30 hervorgeht. Auf den Planierungen öfters vorkommende Arten der Gruppe As 6 (z.B. Leontodon helveticus, Soldanella pusilla) fehlen auf der Schutthalde oder kommen nur selten vor. Dafür sind Arten wie Sedum alpestre, Androsace alpina oder Oxyria digyna auf der Schutthalde weit häufiger als auf den Planierungen. Es gibt aber auch Arten wie Poa alpina, Chrysanthemum alpinum, Cardamine resedifolia und die Bodenmoose, welche für die Vegetation der Schutthalde und der Planierungen typisch sind.
Die Standortseigenschaften der Schutthalde sind in Tab. 7 zusammengestellt. Ein Vergleich der Standortseigenschaften mit der Vegetationsdichte zeigt, dass ein Zusammenhang besteht. Auf Flächen (6003,6004) mit

		Schutthalde	Unbegrünte Planierung	Alpiner Rasen
Mittlerer Standort	Exposition	NW	NW	NW
	Neigung (%)	40	30	14
	Höhe (m ü.M.)	2420	2415	2380
Mittlere Zeigerwerte	Nährstoffzahl	2.4	2.5	2.2
	Humuszahl	3.0	3.5	3.6
	Dispersitätszahl	2.8	3.6	3.8
	Kontinentalitätszahl	2.6	2.8	2.8
Anzahl Aufnahmen		8	116	13
Artengruppe (z.T. nach Abb.7)	Art*			
Arten der alpinen Rasen	Primula integrifolia			
	Vaccinium myrthillus			
	Vaccinium gautherioides			
	Luzula lutea			
	Gentiana kochiana			
	Euphrasia minima			
As 1	Sagina linnaei			
	Arenaria biflora			
	Cerastium trigynum			
	Sibbaldia procumbens			
As 2	Cardamine alpina			
As 7	Poa alpina			
As 3	Plantago alpina			
	Gnaphalium supinum			
	Ranunculus grenierianus			
As 4	Agrostis rupestris			
	Anthoxanthum alpinum			
	Helictotrichon versicolor			
	Veronica alpina			
	Doronicum clusii			
As 5	Luzula spadicea			
	Polygonum viviparum			
As 6	Leontodon helveticus			
	Ligusticum mutellina			
	Salix herbacea			
	Soldanella pusilla			
	Carex curvula			
	Senecio carniolicus			
	Nardus stricta			
	Phytheuma hemisphaericum			
	Homogyne alpina			
	Potentilla aurea			
As 8	Chrysanthemum alpinum			
As 9	Cardamine resedifolia			
As 10	verschiedene Bodenmoose			
As 11	Poa supina			
	Lotus alpinus			
Arten der Schutthalde	Sedum alpestre			
	Androsace alpina			
	Oxyria digyna			
	Cerastium strictum			
	Saxifraga bryoides			
	Arabis alpina			
	Linaria alpina			
Frequenz der Arten in %		0 50 100	0 50 100	0 50 100

Abb. 30. Vegetation einer Schutthalde, unbegrünter Skipistenplanierungen und alpiner Rasen auf saurem Silikat im Skigebiet Jakobshorn.

Fig. 30. Vegetation of a scree slope, unsown levelled ski runs, and alpine meadows on acidic silicate in the skiing region Jakobshorn.

einem vergleichbar hohen Humusanteil (je 0.4%) ist der Deckungsgrad der Vegetation im allgemeinen grösser (25.3% bzw. 23.2%) als auf solchen (6002, 6006) mit einem geringeren Humusanteil (0.2% bzw. 0.1%); hier beträgt die Vegetationsbedeckung nämlich nur 1.6% bzw 2.7%.
Auf sechs Aufnahmen der Schutthalde ist der mittlere Humusanteil in der oberen, 21 cm dicken Bodenschicht kleiner, hingegen der Feinerdeanteil etwa gleich gross wie auf den zum Vergleich hinzugezogenen, standörtlich entsprechenden Flächen der benachbarten, unbegrünten Planierung 2 (vgl.

Tab. 7. Vegetationsdichte und Standort der Skipistenplanierung 2 und der Schutthalde am Jakobshorn.
Table 7. Vegetation cover and site of the scree slope and the levelled ski run 2 at Jakobshorn.

* der oberen, 21 cm dicken Bodenschicht - of the topsoil (0-21 cm)
** In keine Einheit passende Artengarnitur. Es dominieren Arten, welche auf Skipistenplanierungen fehlen oder selten vorkommen.
Species composition does not belong to any unit. Species dominate which are absent or rare on levelled ski runs.

Fläche	Exposition	Neigung in %	Feinerdeanteil* in %	Humusanteil* in %	Deckung der Gesamtvegetation in %	Vegetationseinheit
S c h u t t h a l d e						
6001	NW	44	27	0.4	8.8	S 1
6004	NW	26	24	0.3	23.2	S 3
6003	N	40	24	0.3	25.3	S 3
6002	NW	42	20	0.2	1.6	**
6005	NW	38	27	0.1	8.3	**
6006	NW	52	21	0.1	2.7	**
Durchschnitt	NW	40	24	0.2	11.7	
S k i p i s t e n p l a n i e r u n g						
122	S	2	11	0.1	1.3	S 1
121	SW	14	14	0.9	11.4	S 3
134	W	58	21	1.1	10.5	S 3
129	W	68	42	2.4	6.5	S 4
133	W	18	20	0.7	0.4	S 7
131	W	54	13	0.7	2.1	B 11
Durchschnitt	W	36	20	1.0	5.4	

Tab. 7). Obwohl die Schutthalde inbezug auf den Humusgehalt für die Entwicklung einer Pflanzendecke etwas ungünstiger ist als die erwähnte Planierung, wächst die Vegetation auf der Schutthalde dichter, wie aus Tab. 7 hervorgeht. Für das im Vergleich zur Planierung bessere Aufkommen der Vegetation auf der immer wieder von Steinen überschütteten Schutthalde dürften die oft erstaunlich dicht durchwurzelten, Feinerde und Humus enthaltenden Schichten im unteren Bereich des Bodens verantwortlich sein.

4.8.1.2. Dolomit

Die untersuchte Schutthalde ist an der Südostflanke des Schiahorns auf ca. 2450 m gelegen und weist eine mittlere Neigung von 54% auf (vgl. Beilage 1). Der mittlere Deckungsgrad der Vegetation beträgt ungefähr 10%. Die Zusammensetzung der Pflanzendecke geht aus Abb. 31 hervor, die alle standörtlich teilweise etwas unterschiedlichen Aufnahmen der Schutthalde, der alpinen Rasen und der unbegrünten, oberhalb 2300 m gelegenen Planierungen umfasst.
Auf den 11 Flächen der Schutthalde kommen die Arten Festuca pumila, Ranunculus alpestris und Poa alpina sowie die Bodenmoose am häufigsten vor (Frequenz bei allen >70%). Zudem sind die Bodenmoose auf 5 Flächen und Festuca pumila sowie Ranunculus alpestris auf mindestens 3 Flächen dominant. Als einzige weniger häufig vorkommende Art beherrscht Leontodon montanus auf 4 Flächen die Pflanzendecke.
Auf den 43 unbegrünten, oberhalb 2300 m gelegenen Flächen der Planierungen ist der mittlere Deckungsgrad der Vegetation mit 6.9% geringer als auf der standörtlich mehr oder weniger entsprechenden Schutthalde mit 10%. Es bestehen aber nicht nur Unterschiede in der Dichte der Pflanzendecke, sondern auch im Artengefüge, wie aus Abb. 31 hervorgeht. Auf den Planierungen öfters vorkommende Arten wie Campanula scheuchzeri, Ranunculus montanus und Ligusticum mutellina fehlen auf der Schutthalde oder kommen nur selten vor. Dagegen sind Arten wie Leontodon montanus, Arabis corymbiflora und teilweise Ranunculus alpestris auf der Schutthalde weit häufiger als auf den Planierungen. Es gibt aber auch Arten wie Poa alpina, Polygonum viviparum, Hutchinsia alpina und die Bodenmoose, welche für die Vegetation der Planierungen sowie der Schutthalde typisch sind und dementsprechend jeweils auf mindestens einem Drittel der untersuchten Flächen vorkommen.

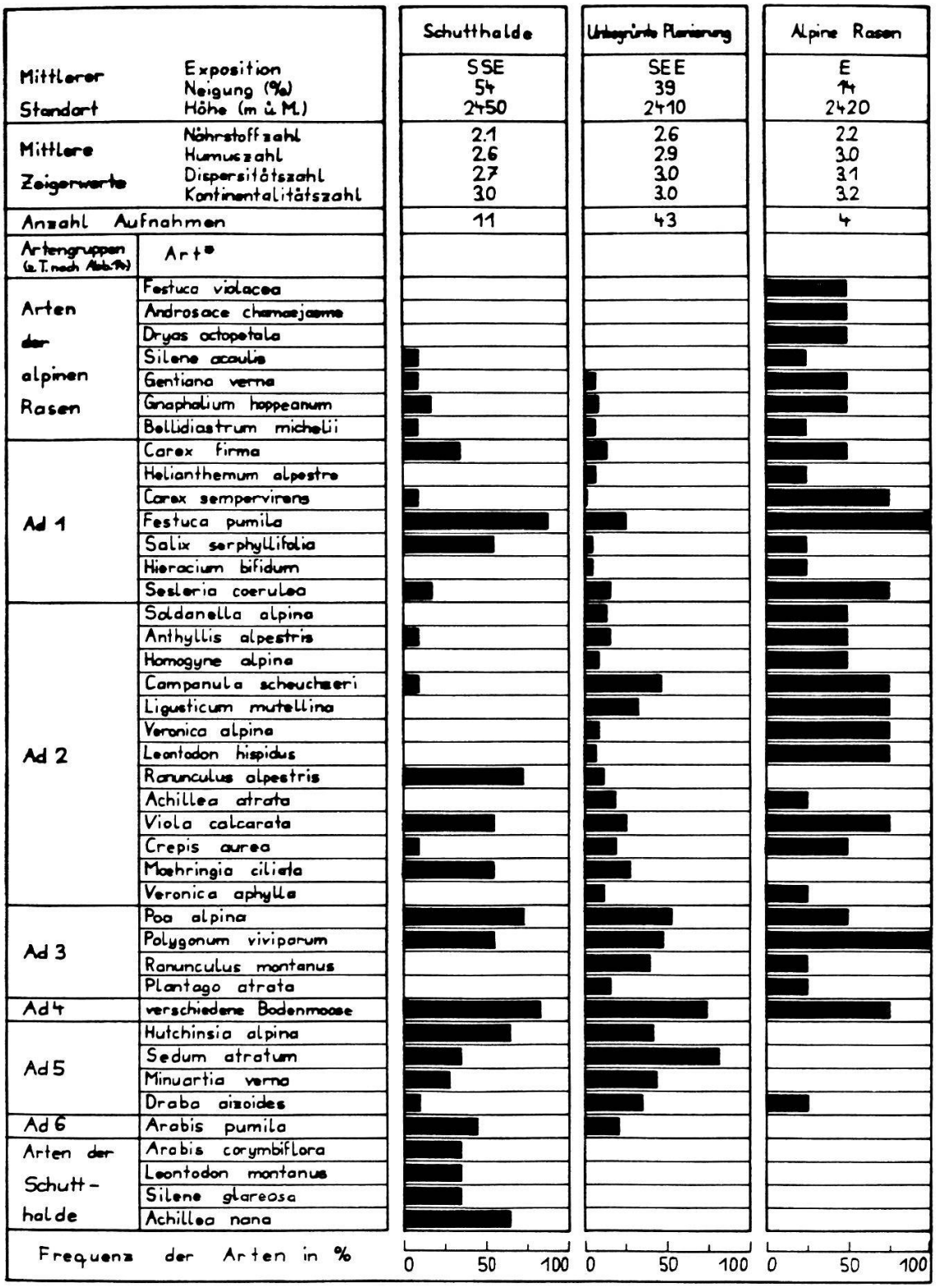


Abb. 31. Vegetation einer Schutthalde, unbegrünter Skipistenplanierungen und alpiner Rasen auf Dolomit im Skigebiet Strela.

Fig. 31. Vegetation of a scree slope, unsown levelled ski runs, and alpine meadows on dolomite in the skiing region Strela.

Die in Tab. 8 dargestellten Daten der untersuchten Schutthalde zeigen Zusammenhänge zwischen der Vegetationsdichte, der Neigung, dem Feinerde- und dem Humusanteil. Die Vegetationsbedeckung ist auf Flächen (z.B. 5001) mit relativ hohem Feinerde- und Humusanteil in den oberen Bodenschichten (72% und 0.8%) über dreimal grösser als auf solchen (5002, 5003) mit geringem (18% und 0.1% bzw. 38% und 0.2%). Auf Fläche 5010 mit

Tab. 8. Vegetationsdichte und Standort der Schutthalde am Schiahorn und vergleichbarer Skipistenplanierungen
Table 8. Vegetation cover and site of the scree slope at Schiahorn and corresponding levelled ski runs

* der oberen, 21 cm dicken Bodenschicht - of the topsoil (0-21 cm)
** In keine Einheit passende Artengarnitur. Es dominieren Arten, welche auf Skipistenplanierungen fehlen oder selten vorkommen.
Species composition does not belong to any unit. Species dominate which are absent or rare on levelled ski runs.

Fläche	Exposition	Neigung in %	Feinerdeanteil* in %	Humusanteil* in %	Deckung der Gesamtvegetation in %	Vegetationseinheit
Schutthalde						
5001	S	60	72	0.8	30.0	D 1
5010	S	18	19	0.3	22.0	D 1
5003	S	50	38	0.2	9.0	D 1
5002	S	48	18	0.1	8.0	D 1
5008	SE	44	12	0.1	8.0	D 2
5009	S	48	14	0.1	4.0	D 2
5006	SE	56	5	0.05	4.0	**
5007	SE	72	8	0.05	3.0	**
5005	SE	88	29	0.1	2.0	**
Durchschnitt	SSE	54	24	0.2	10.0	
Skipistenplanierung						
16	S	42	21	1.0	24.0	D 1
65	SE	50	14	0.4	9.0	D 1
21	SE	56	24	0.6	2.0	D 2
10	SE	72	27	0.6	2.0	D 2
8	S	36	22	1.0	2.0	D 5
23	SE	62	12	0.4	0.1	D 7
Durchschnitt	SSE	53	20	0.7	6.5	

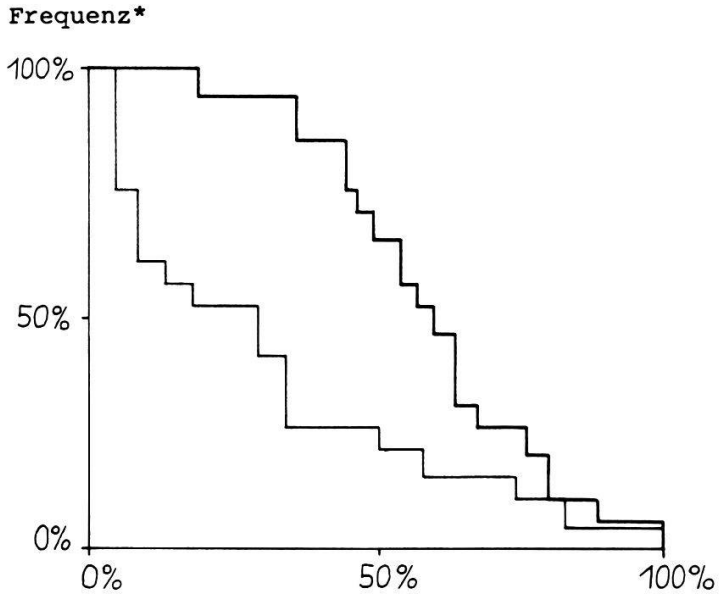
der geringen Neigung von 18% wächst die Vegetation doppelt so dicht wie auf den beiden oben erwähnten Flächen mit höheren Neigungen von 48% und 50%, auch wenn die Bodenbedingungen noch ungünstiger sind. Auf den Flächen 5006 und 5007 mit sehr feinerde- und humusarmen oberen Bodenschichten ist Silene glareosa, eine auf Planierungen fehlende Art, dominant.
Der mittlere Humusanteil in der oberen Bodenschicht ist auf der untersuchten Schutthalde kleiner (0.2% bzw. 0.7%) als auf sechs standörtlich entsprechenden, planierten Flächen, hingegen der Feinerdeanteil etwas grösser (24% bzw. 20%), wie aus Tab. 8 hervorgeht. Obwohl sich die Schutthalde für die aufkommenden Pflanzen inbezug auf den Humusgehalt im allgemeinen als ungünstiger erweist, ist der mittlere Deckungsgrad der Vegetation grösser als auf den verglichenen Flächen der Planierungen (10% bzw. 6.5%). Wie bei der Schutthalde auf saurem Silikat dürften oft erstaunlich dicht durchwurzelte, Feinerde und Humus enthaltende Schichten unterhalb des Oberbodens dafür verantwortlich sein.

4.8.2. Vergleich der Skipistenplanierungen mit alpinen Rasen

4.8.2.1. Saures Silikat

Die mittlere Vegetationsdichte der 14 Vergleichsflächen (78%) zeigt, dass die Pflanzendecke der alpinen Rasen mehr oder weniger geschlossen ist. Die Zusammensetzung der Vegetation geht aus Abb. 30 hervor. Mehr als ein Drittel der auf den ungestörten Vergleichsflächen vorkommenden Arten, z.B. Leontodon helveticus, Soldanella pusilla, Ligusticum mutellina, Agrostis rupestris und Carex curvula, weist eine Frequenz von zum Teil weit über 50% auf.
Zwischen der Vegetation von Planierungen und derjenigen alpiner Rasen bestehen grosse Unterschiede. Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist auf den Flächen der alpinen Rasen mit 78% sechsmal höher als auf den begrünten und unbegrünten Planierungen mit 13%. Die unterschiedliche Verteilung der Frequenzen auf der Planierung 2 am Jakobshorn und auf einem benachbarten, standörtlich entsprechenden alpinen Rasen ist in Abb. 32 dargestellt. Aus dem Vergleich der Verteilung der Frequenzen geht eindeutig hervor, dass die Homogenität in der Vegetationszusammensetzung auf dem alpinen Rasen grösser ist als auf der verglichenen Planierung. So weisen auf dem alpinen Rasen 40% der Arten eine Frequenz von

>85% auf, hingegen auf der Planierung nur eine Frequenz von >25%. Von wenigen Ausnahmen abgesehen kommen die Arten, welche auf den alpinen Rasen gedeihen, auch auf den Planierungen vor. Zu den Ausnahmen gehören Arten, die nur auf humosen oder ungestörten Böden gedeihen (Vaccinium myrtillus und V. gaultherioides, Gentiana kochiana, Euphrasia minima und Luzula lutea). Es gibt nur wenige Arten wie Cardamine resedifolia, Poa supina und Doronicum clusii, die auf Planierungen aufkommen und auf den ungestörten Flächen fehlen oder höchstens vereinzelt wachsen. Auf den alpinen Rasen fehlen diesen Arten vermutlich die offenen, konkurrenzarmen Stellen. Auf den ungestörten Flächen herrschen hauptsächlich Pflanzen aus der Artengruppe As 6 und zum Teil As 4 (vgl. Abb. 30) vor, z.B. Leontodon helveticus und Soldanella pusilla mit einer Frequenz von je 100%. Auf den unbegrünten Planierungen dominieren hingegen eher Arten



Nach Stetigkeit geordnete Artreihenfolge;
100% = Gesamtartenzahl auf 20 Teilflächen einer Skipistenplanierung (—) bzw. eines alpinen Rasens (——)

Abb. 32. Verteilung der Artfrequenzen auf einer Skipistenplanierung und einem standörtlich entsprechenden alpinen Rasen.
Fig. 32. Distribution of species frequencies on a levelled ski run and on an alpine meadow with corresponding site.

* innerhalb 20 nebeneinander liegenden 0.5 m^2 grossen Teilflächen
within 20 0.5 m^2 parts of plots situated side by side

wie Cardamine resedifolia, Chrysanthemum alpinum, Poa alpina sowie Agrostis rupestris.

Zwischen den alpinen Rasen und den Planierungen auf saurem Silikat einerseits und auf Dolomit anderseits sind die standörtlichen Unterschiede ähnlich. Die folgende Charakterisierung des Standortes gilt deshalb auch für die in Kap. 4.8.2.2. beschriebenen Flächen des Dolomites.

Mehr oder weniger deutlich zu unterscheidende Horizonte prägen die Böden der alpinen Rasen (vgl. Abb. 33). In den oberen stark durchwurzelten Bodenschichten ist der Humus- und Feinerdegehalt wesentlich höher und der Anteil des groben Skelettmaterials kleiner als in den tieferen Schich-

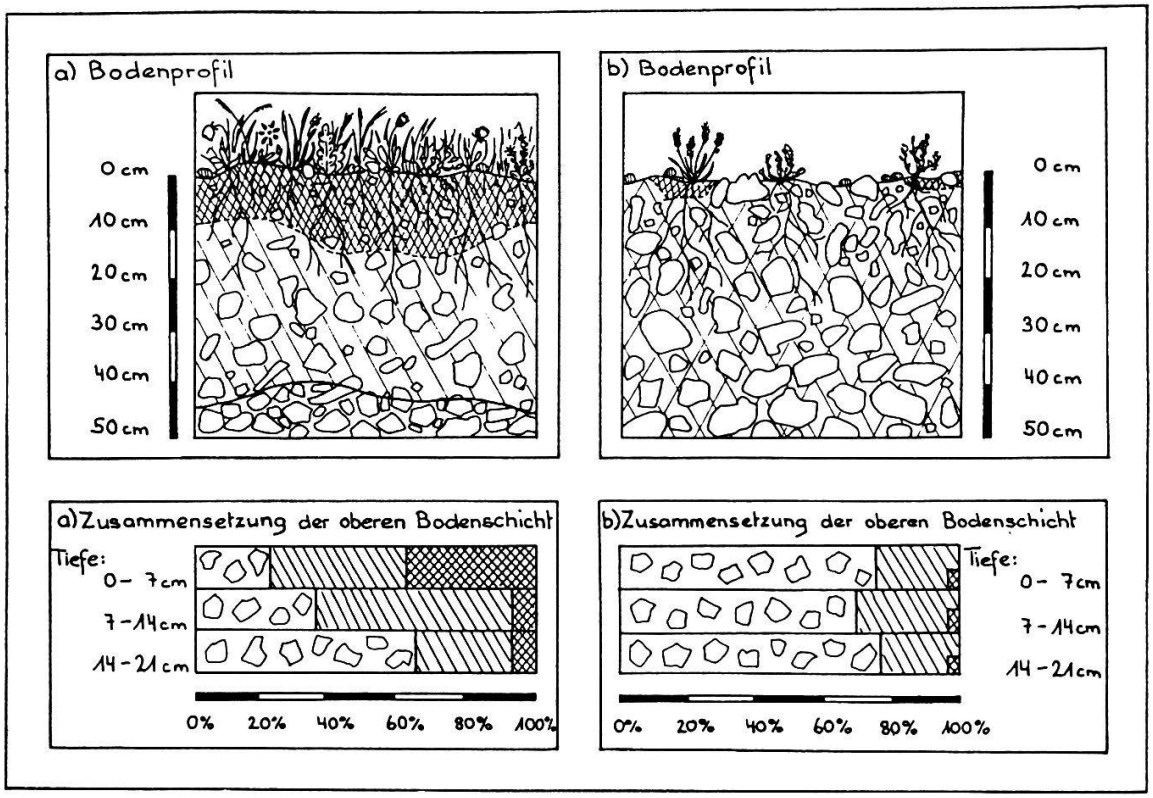
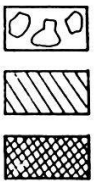


Abb. 33. Der Bodenaufbau einer ungestörten Fläche (a) und einer planierten Fläche (b) auf saurem Silikat (2300 m ü.M.).

Fig. 33. Soil profiles of an undisturbed plot (a) and of a levelled plot (b) on acidic silicate (2300 m a.s.l.).


Steine - stones

Feinerde - fine earth

Humus - humus

Steine auf der Oberfläche
stones on the soil surface

scharfe Horizontgrenze
distinct limit of horizon

unklare Horizontgrenze
indistinct limit of horizon

ten. Diese Konzentration des Humus und der Feinerde in den oberen Bodenschichten ermöglicht die im allgemeinen geschlossene Pflanzendecke.
Die Böden der Planierungen (vgl. Abb. 33) bestehen hingegen aus einem mehr oder weniger gleichmässigen, strukturlosen, lockeren bis verdichteten Gemisch aus Schutt, Feinerde und Humus. Aufgrund dieser Durchmischung fehlen auf den Planierungen im allgemeinen die mit Humus und Feinerde angereicherten, skelettarmen, für die Pflanzen als Wurzelraum geeigneten, nicht flachgründigen, oberen Bodenschichten. Dementsprechend ist der mittlere Feinerdeanteil bis zu einer Tiefe von 21 cm auf sechs Flächen der alpinen Rasen fast doppelt so gross (41% bzw. 22%) wie auf 15 Flächen der Planierungen, der Humusanteil sogar um ein Mehrfaches höher (4% bzw. 0.9%).
Der aufgrund der Zeigerwerte bestimmte mittlere Standort der unbegrünten Planierungen ist scheinbar nährstoffreicher als derjenige des alpinen Rasens, wie aus Abb. 30 und Abb. 31 hervorgeht. Für eine sichere Aussage wären allerdings Bodenanalysen notwendig. Denn innerhalb der alpinen Rasen steht den einzelnen Pflanzen bei der dichten Vegetation im Gegensatz zu den spärlich bewachsenen Planierungen nur ein geringer Teil der vorhandenen Nährstoffe zur Verfügung. So weisen die Zeigerwerte bei den alpinen Rasen auf einen vergleichsweise geringen Nährstoffgehalt hin, obwohl dieser im allgemeinen höher sein dürfte als auf den Planierungen (vgl. Kap. 5.2.3.). Der in den Böden der Planierungen infolge der Durchmischung vermehrt vorhandene Sauerstoff fördert den Abbau der kleinen Reserve des vorhandenen organischen Materials. Deshalb ist es auch möglich, dass die Böden der Planierungen kurzfristig doch etwas nährstoffreicher sind als diejenigen der ungestörten Flächen.

4.8.2.2. Dolomit

Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist, wie Abb. 31 zeigt, auf den Flächen der ungestörten alpinen Rasen mit 81% über 10 mal höher als auf den oberhalb 2300 m gelegenen Planierungen mit nur 7%.
Knapp die Hälfte der in den Alpenrasen vorkommenden Arten, z.B. Festuca pumila, Polygonum viviparum und Sesleria coerulea, weist mindestens eine Frequenz von 50% auf. Einige auf den Planierungen teilweise vorherrschende Arten wie Hutchinsia alpina, Sedum atratum, Minuartia verna und Arabis pumila aus den Artengruppen Ad 5 und Ad 6 fehlen auf den alpinen Rasen oder wachsen nur vereinzelt, da sie im allgemeinen offene Stellen

bevorzugen. Andrerseits kommen einige auf alpinen Rasen wachsende Arten wie Festuca violacea, Dryas octopetala und Androsace chamaejasme auf den Planierungen nicht vor. Diese Pflanzen vermögen offenbar nur auf ungestörten und humosen Böden zu gedeihen.
Die standörtlichen Unterschiede zwischen den alpinen Rasen und den Planierungen sind zusammen mit denjenigen auf den Flächen des sauren Silikates in Kap. 4.8.2.1. beschrieben.

4.8.3. Vergleich der Skipistenplanierungen mit Gletschervorfeldern im Oberengadin

Die Gletschervorfelder im Val Roseg (vgl. Abb. 3) befinden sich nicht wie die Mehrzahl der erfassten Planierungen in der alpinen Stufe, sondern in der subalpinen. In der Neigung (5% bis 90%) weisen die 24 Aufnahmen der Gletschervorfelder grosse Unterschiede auf. Von den drei bodenkundlich untersuchten Flächen 7001, 7004 und 7005 beträgt der mittlere Feinerde- und Humusanteil in den oberen 7 cm des Bodens 56% bzw. 0.4%. Im Vergleich zu 21 unbegrünten Dauerflächen auf Planierungen des sauren Silikates ist der durchschnittliche Feinerdeanteil auf den drei Flächen der Gletschervorfelder wesentlich grösser (21% bzw. 56%), hingegen der Humusanteil kleiner (1.0% bzw. 0.4%).
Diese Differenzen im Feinerde- und Humusanteil der oberen Bodenschichten und in der Höhenlage zeigen, dass die aufkommenden Pflanzen bezüglich des Standortes auf den Planierungen und den Gletschervorfeldern unterschiedliche Bedingungen antreffen.
Die Dichte und Zusammensetzung der Pflanzendecke auf den Aufnahmen der Gletschervorfelder ist sehr uneinheitlich. Auf einer Fläche (7001) beträgt die Vegetationsdichte 70%, auf einer anderen (7115) nur 0.1%. Die Gegenüberstellung einiger Aufnahmen (7001 bis 7006 gegen 7123, 7124, 7125, 7131, 7140) zeigt, dass auch in den Artgarnituren der erfassten Flächen grosse Unterschiede bestehen (vgl. Abb. 34).

Abb. 34 (S. 115). Vegetationsentwicklung auf zwischen 2180 m und 2260 m hoch gelegenen Gletschervorfeldern im Val Roseg.
Fig. 34 (p. 115). Development of vegetation on glacier forefields in Val Roseg between 2180 m and 2260 m altitude.

Aufnahmenummer (vgl. Abb. 3)	7111	7112	7113	7114	7115	7116	7117	7118	7121	7122	7123	7124	7125	7131	7132	7140	7001	7002	7003	7004	7005	7006
Entfernung vom Gletscher	50 m								70 m					130m			>200m					
Ungefährer Zeitpunkt des Gletscherrückzuges *	1970								1960					vor 1931			1855					
Exposition	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	NW	NW	S	S	S	S
Neigung in Prozenten	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	25	25	20	0	0	0	10	70	70
Art																						
Oxyria digyna	▬										▬										▬	
Cerastium uniflorum	▬									▬			▬									
Achillea moschata												▬					▬		▬		▬	▬
Rumex scutatus		▬		▬				▬	▬	▬	▬		▬	▬								
Epilobium fleischeri					▬					▬	▬		▬		▬	▬			▬	▬	▬	▬
Saxifraga aizoides	▬	▬		▬				▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		▬						
Bodenmoose					▬			▬						▬	▬	▬	▬	▬		▬	▬	▬
Trifolium pratense s.L.									▬					▬								
Trifolium pallidum				▬			▬	▬		▬	▬				▬	▬						
Trifolium badium														▬	▬	▬						
Arabis alpina														▬		▬						
Poa alpina															▬	▬	▬	▬			▬	
Minuartia verna															▬	▬						
Rumex alpinus																▬						
Cerastium alpinum																▬						
Artemisia mutellina																▬						
Euphrasia minima																▬	▬	▬				
Sagina linnaei																▬						
Senecio carniolicus																	▬	▬				
Antennaria dioeica																	▬	▬				
Leontodon helveticus																	▬	▬				
Leontodon hispidus																	▬	▬				
Solidago alpestris																	▬	▬				
Veronica fruticans																	▬	▬				
Thymus polytrichus																	▬	▬				
Deschampsia flexuosa																	▬	▬				
Juncus jacquini																	▬	▬				
Veronica bellidioides																	▬	▬				
Leontodon montanum																	▬	▬				
Festuca halleri																		▬	▬		▬	▬
Agrostis rupestris																		▬	▬			
Salix breviserata																		▬	▬			
Cardamine resedifolia																			▬			
Minuartia recurva																			▬			▬
Linnaria alpina																				▬	▬	
Saxifraga bryoides																						▬

* Angaben aus unveröffentlichten Plänen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich
Indications from unpublished maps of the Research Institute for Hydraulic Engeneering, Hydrology and Glaciology, ETH Zürich

Artmächtigkeit und Deckungsgrad der Arten in Prozenten
species value and plant cover (%):

<0.1	0.1	0.2-0.3	0.4-0.7	0.8-1.5	1.6-3.1	3.2-6.3	6.4-12.5	12.6-25.1	25.2-50.1

Einerseits sind die stark voneinander abweichenden Standorte, andererseits die variierende Zeitspanne seit dem Gletscherrückzug für diese grossen Unterschiede in der Vegetation verantwortlich.

- Der Einfluss des Standortes auf die Vegetation wird beim Vergleich zweier benachbarter Flächen (7001, 7004) deutlich. Die Dichte der Vegetation (61% bzw. 4%) zeigt einen eindeutigen Zusammenhang mit der Neigung (0% bzw.81%) und dem Feinerdeanteil in der oberen 7 cm tiefen Bodenschicht (94% bzw. 38%).
- Die standörtlich ähnlichen, unterschiedlich weit vom Gletscher entfernten und deshalb nicht zum selben Zeitpunkt eisfrei gewordenen Flächen 7111 bis 7140 erlauben, die nach dem Gletscherrückzug auf den Vorfeldern einsetzende Vegetationsentwicklung darzustellen (vgl. Abb. 34). Zu Beginn der Besiedlung durch Pflanzen kommen Pionierarten auf, z.B. Oxyria digyna, Cerastium uniflorum, Rumex scutatus, Achillea moschata auf den seit etwa 10 Jahren eisfreien Flächen 7111 bis 7125. In späteren Stadien der Vegetationsentwicklung werden diese Arten durch andere verdrängt, z.B. Trifolium badium, Poa alpina, Minuartia verna und Artemisia mutellina, die auf den seit ungefähr 45 Jahren eisfreien Flächen 7131 bis 7140 wachsen.

Die Vegetationsveränderungen auf den Planierungen sind scheinbar kleiner und uneinheitlicher als jene auf den Gletschervorfeldern (vgl. Abb. 8, 9 und 23 mit Abb. 34). Diese Differenz wird zum Teil dadurch hervorgerufen, dass die 10 und 45 Jahre eisfreien Flächen auf den Gletschervorfeldern mit 35 Jahren zeitlich weiter auseinander liegen als die zwei bis drei Jahre auf den Dauerflächen der Planierungen. Bis zu einem gewissen Grade weisen die Vorfelder auch eine deutlichere Vegetationsentwicklung auf, da sie weniger hoch gelegen und im allgemeinen mit einer feinerdereicheren oberen Bodenschicht versehen sind als die Planierungen.

Die in Kap. 5.1.4. diskutierte Entwicklung der Vegetation auf den von AMMANN (1978) und LUEDI (1945 und 1958) beschriebenen Gletschervorfeldern ergibt weitere Anhaltspunkte für den Vergleich mit den Planierungen.