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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 48 (1971)

Artikel: Vergleich alpiner Rasen auf Silikat- und auf Karbonatboden : Konkurrenz- und Stickstofformenversuche sowie standortskundliche Untersuchungen im Nardetum und im Seslerietum bei Davos

Autor: Gigon, Andreas

Kapitel: D: Allgemeine Charakterisierung des Untersuchungsgebietes, der Standorte und der Versuchsorte

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308376

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: 09.07.2025

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

D. Allgemeine Charakterisierung des Untersuchungsgebietes, der Standorte und der Versuchsorte

Eidg. Technische Hochschule
Institut für spez. Botanik
Bibliothek
8006 Zürich, Universitätstr. 2

I. Geographische Lage, Klima und Geologie

1. Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet, die Umgebung von Davos, liegt im östlichen Teil der Zentralalpen. Die Koordinaten von Davos-Platz (1558 m) sind: 46°47,8′ nördliche Breite und 9°49,5′ östliche Länge. Das engere Untersuchungsgebiet, vgl. Abbildung 1, umfaßt die oberhalb 2100 m, also mindestens 100 m oberhalb der heutigen, durch den Menschen bedingten Waldgrenze liegenden Gebiete der von Nordost nach Südwest verlaufenden Bergkette Casanna (2557 m)–Weißfluhjoch (2693 m)–Schiahorn (2708 m)–Strelapaß (2350 m)–Chüpfenflue (2658 m) und den west-ost verlaufenden Bergrücken Casanna–Gotschnagrat (2285 m).

2. Allgemeinklima

Abbildung 2 zeigt die Klimadiagramme nach WALTER von Davos, der Schatzalp, Zürich (aus WALTER und LIETH 1960/1967) und vom Weißfluhjoch (nach Angaben in ZINGG 1961). Aus ihnen kann man sich leicht ein Bild vom Allgemeinklima im Untersuchungsgebiet machen. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß während des ganzen Jahres Fröste und Schneefall eintreten können. Die Niederschläge (Maximum im Sommer) sind relativ hoch, die Temperaturen, der Höhe entsprechend, relativ tief. Allerdings muß man berücksichtigen, daß die mittleren Monatstemperaturen, die ja Mittelwerte von in 2 m Höhe im Schatten gemessenen Temperaturen sind, nur ein schlechtes Bild von den Verhältnissen in der durchstrahlten bodennahen Luftschicht geben, in der alle alpinen Pflanzen leben. Dort erreichen die Temperaturen, wie aus Abbildung 6 hervorgeht, wesentlich höhere Werte, und gerade diese sind es, die, wegen der exponentiellen Temperaturabhängigkeit der Assimilation und der Atmung, für das Wachstum der Pflanzen entscheidend sind. Die Länge der Vegetationsperiode ist sehr stark von der Exposition abhängig. An den meist nach SE bis SW exponierten Probeflächen ist sie je nach Höhenlage 4–5 Monate. Die Jahresmaxima der Schneehöhen (in ebener Lage) in den Monaten Januar–Dezember betragen in Davos rund 1,3 m, auf dem Weißfluhjoch rund 2,3 m (IMHOF et al. 1965ff.).

Der Vergleich der Witterung während der Untersuchungsperiode mit den langjährigen Mittelwerten der Temperatur und der Niederschlagssummen (gemäß den Annalen und den monat-

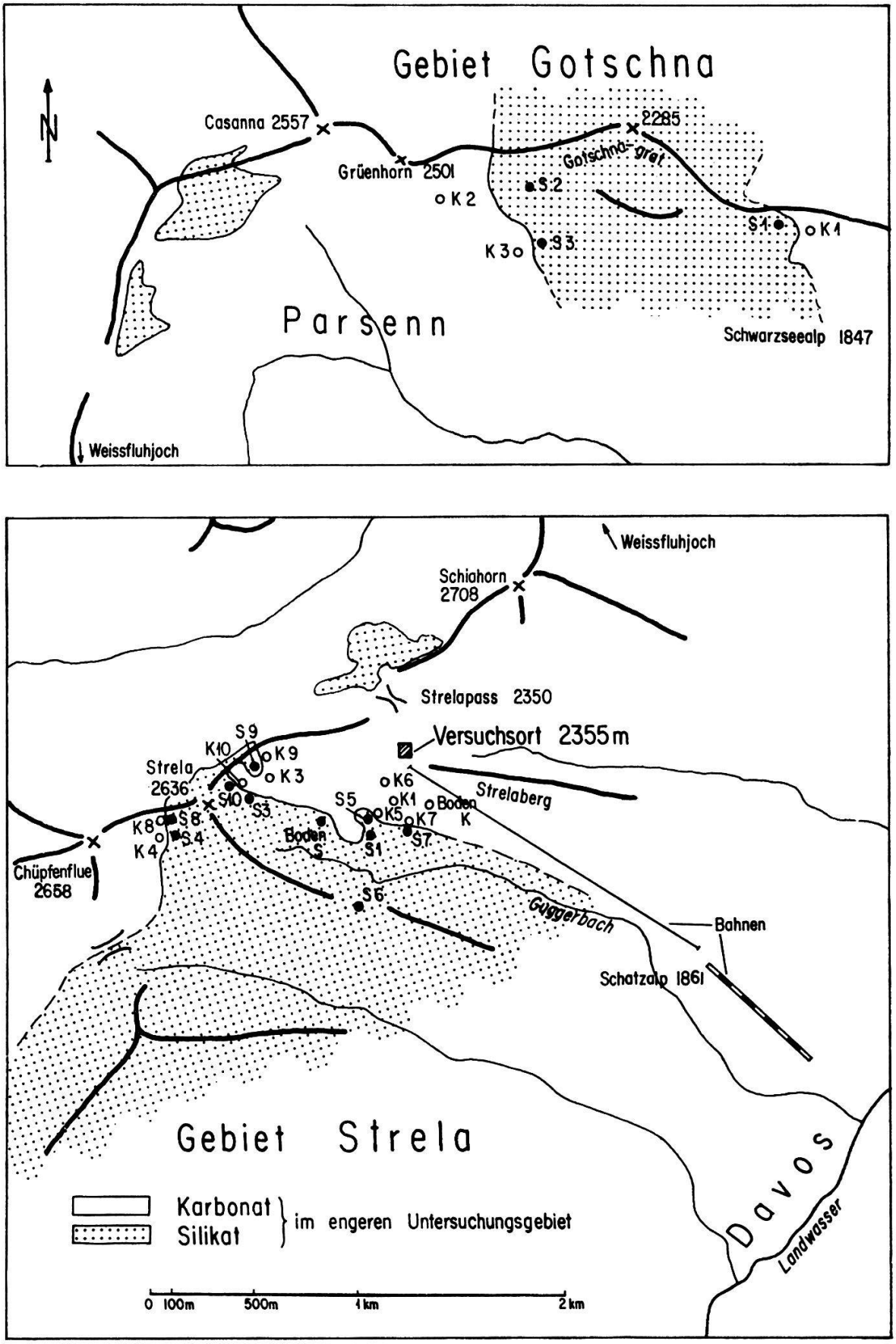

Abb. 1 Übersicht über die Untersuchungsgebiete

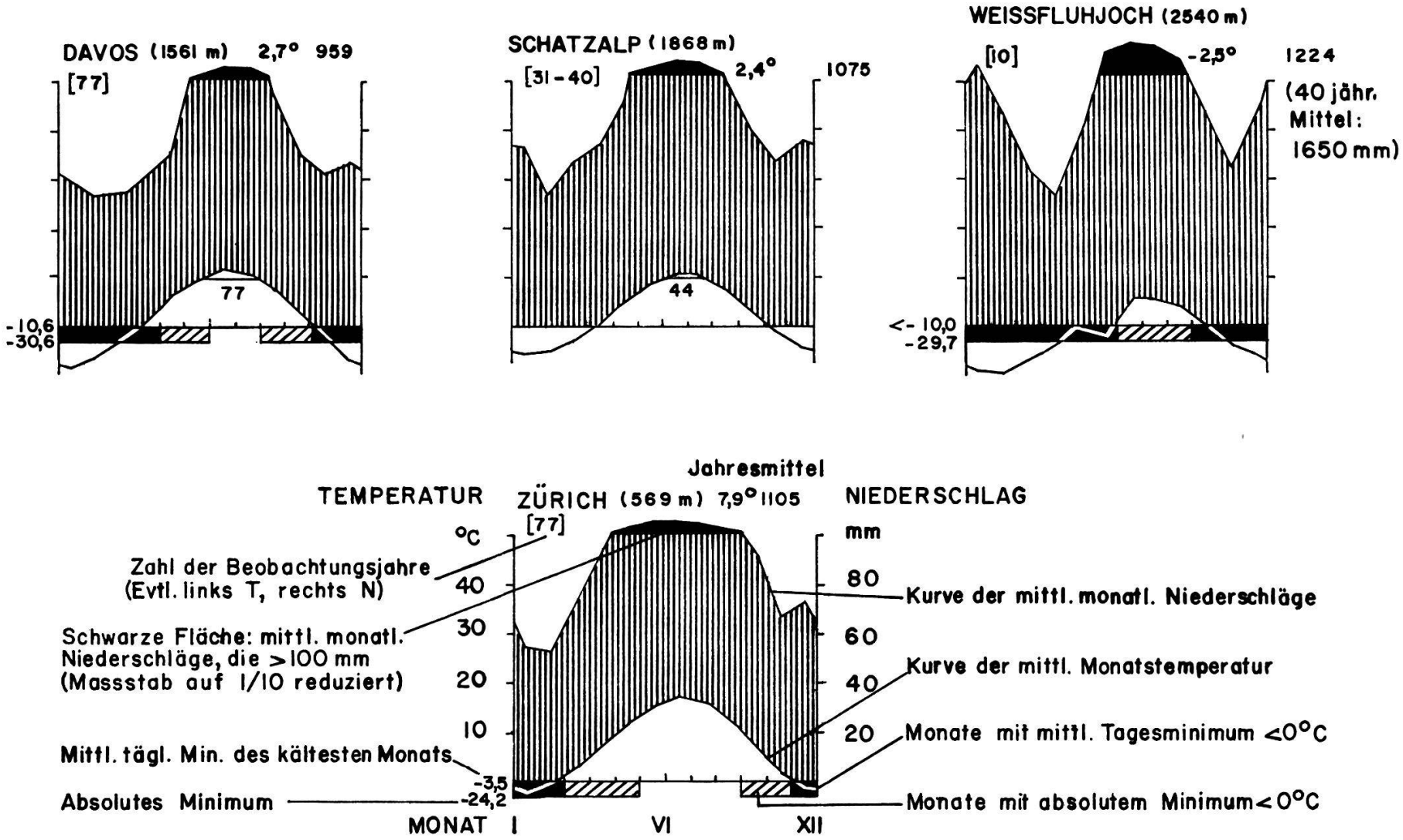

Abb. 2 Klimadiagramme nach WALTER von Davos, Schatzalp und Zürich (aus WALTER und LIETH 1960/67) und vom Weißfluhjoch (gezeichnet nach Angaben in ZINGG 1961)

lichen Witterungsberichten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt) ergibt folgendes:

1968 Sommer (VI.–VIII.): An beiden Versuchsorten kühler und vor allem in Zürich auch trockener als im langjährigen Mittel
Herbst (IX.–XI.): Wärmer als im Mittel, in Zürich nässer, auf dem Weißfluhjoch trockener als im Mittel

1968/69 Winter (XII.–II.): An beiden Orten kälter und nässer

1969 Frühling (III.–V.): Relativ warm und trocken
Sommer: In Zürich relativ kühl und feucht; auf dem Weißfluhjoch relativ kühl und trocken
Herbst: An beiden Orten wesentlich wärmer und niederschlagsärmer als im Mittel

1969/70 Winter: An beiden Orten kälter und viel niederschlagsreicher als im Mittel

1970 Frühling: An beiden Orten niederschlagsreicher und wesentlich kälter als im Mittel. In der Davoser Gegend schmolz der Schnee 2–3 Wochen später als im Mittel
Sommer: An beiden Orten wärmer und niederschlagsreicher als im Mittel
Herbst: An beiden Orten wärmer, in Zürich trockener, auf dem Weißfluhjoch nässer als im Mittel

3. Geologie und Vergletscherung

Die geologische Karte von Mittelbünden (CADISCH et al. 1929) liefert ein buntes Bild von der geologischen Vielgestaltigkeit der Umgebung von Davos. Das Hauptuntersuchungsgebiet, Strela–Schiahorn, liegt am Kontakt des (alt-)Kristallin (Paraschiefer) der Silvretta-Decke mit dem triassischen Hauptdolomit (Dolomit, verschiedene Kalke) der Aroser Dolomiten-Decke. Das Gebiet Grüenhorn–Gotschna liegt im Bereich der Aroser Schuppenzone und der Tschirpen-Decke. Die sauren Gesteine dieses Gebietes sind vor allem Gneise und kretazischer Radiolarit, die basischen Gesteine triassische Dolomite und verschiedene Kalke aus der Jura-Zeit.

Die chemische Zusammensetzung der Gesteine ändert oft von Meter zu Meter. Angaben hierüber sind in Abbildung 24 enthalten.

Gemäß der Karte der diluvialen Vergletscherung im schweizerischen Mittelschulatlas (IMHOF 1965) war das Untersuchungsgebiet während der Eiszeit vollständig vom Eis bedeckt. Moränen und Karnischen ehemaliger Gletscher sind im Gebiet sehr deutlich zu sehen.

II. Allgemeine und pflanzensoziologische Charakterisierung der Vegetation der untersuchten Standorte

1. Physiognomie und Bewirtschaftung

Schon von weitem unterscheiden sich die Silikatrasen stark von den Karbonatrasen (siehe Abb. 3, S. 101). Die Karbonatvegetation erscheint meist mit hellen Steinen übersät, von grauen oder braunen vegetationsfreien Stellen durchbrochen[7] und ist selbst sehr uneinheitlich hellgrün, olivgrün und hellbraun gefleckt.

[7] Von unten betrachtet, sieht man jedoch nur die vegetationsbedeckten Stirnflächen der Treppen, wodurch ein geschlossener Bewuchs vorgetäuscht wird.

Die Silikatvegetation dagegen überzieht als einheitliche Decke fast den ganzen Boden: gelbgrün im Juni, grün im Hochsommer – bei Trockenheit blaßgrün – und von hellem Braungrün im Herbst. Tritt man näher, so stellt man als erstes fest, daß der Karbonatboden stark treppig ist. Die Silikatvegetation wird hingegen nur selten von Treppen durchbrochen. Die olivgrünen Farbtöne in der Karbonatvegetation sind die bis einen halben Quadratmeter bedeckenden Zwergsträucher von *Erica carnea* oder die niederen Spaliere von *Dryas octopetala*, die hellgrünen oder hellbraunen Farbtöne sind die übrigen Pflanzen, vor allem grasartige. Die Verteilung von Pflanzendecke und vegetationsfreien Flächen auf den Treppen ist ganz «gesetzmäßig»: «Im treppenartig gegliederten Hang nehmen die Pflanzen immer den steilstehenden Teil der Stufe (= Stirnfläche) ein, während der flache Treppenabsatz (= Trittfläche) eigenartigerweise fast unbesiedelt bleibt» (ZUBER 1968). Oft bildet die Vegetation dieser Treppen girlandenartige Stränge, die, einer oberhalb des anderen, ganze Hänge überziehen: Girlandenrasen (vgl. ZUBER 1968). Ganz anders ist die Physiognomie der Silikatvegetation. Die einzelnen Individuen bedecken meist nicht mehr als 50–100 cm^2, und es treten nie Ballungen einer einzelnen Art auf wie im andern Vegetationstyp. Auch in der Höhe der Vegetation unterscheiden sich die beiden Substrate. Die Silikatvegetation ist durchschnittlich 5–10 cm hoch; nur *Nardus stricta*, deren Blätter und Sprosse vom Vieh nur in jungem Zustand gefressen werden, und einzelne Blütenstände, z. B. von *Sieversia montana*, erreichen 15 cm. Auf Karbonat hingegen werden z. B. *Erica carnea*, *Sesleria coerulea* und *Carex sempervirens* recht hoch (durchschnittlich 5–15 cm) und üppig, nicht zuletzt weil auch sie nicht oder nur wenig vom Vieh gefressen werden.

Nach BRAUN-BLANQUET (1969) unterscheiden sich die beiden Pflanzengesellschaften in den aus den Artenlisten errechneten Lebensformspektren kaum. Betrachtet man jedoch die tatsächliche Bedeutung der einzelnen Lebensformen am Aufbau der Pflanzendecke, so ergibt sich, daß in der Karbonatvegetation vor allem Spalier- und Zwergsträucher, in der Silikatvegetation hingegen Rosettenpflanzen dominieren.

Wie sich bei der Entnahme von Bodenproben immer wieder zeigte, durchwurzeln die Karbonatpflanzen auch die «vegetationsfreien» Stellen, so daß die relativ wenigen Individuen ein großes Einzugsgebiet für Wasser und Nährstoff besitzen.

Den großen Unterschied zwischen den beiden Vegetationen in der Masse der oberirdischen, lebenden, aber nicht verholzten Pflanzenteile zeigen die folgenden Messungen vom September 1969:

Vegetation auf	Probefläche	Deckungsgrad	TrG. der oberirdischen, nicht verholzten Pflanzenmasse
Silikat	Strela S1	95 (80–95) %	83 (45–110) g/m^2 ≙ 0,8 t/ha
Karbonat	Strela K1	60 (50–80) %	186 (172–200) g/m^2 ≙ 1,9 t/ha

LÜDI (1936, S. 640) gibt die Nettoproduktion einer der unseren ähnlichen Silikatvegetation, dem *Sieversii-Nardetum*, mit 50 g/m² an, diejenige eines *Seslerieto-Semperviretum* mit 200 g/m².

Beide Vegetationen werden von Juli bis September von Jungvieh und Schafen extensiv beweidet, sind aber ausgesprochen schlechte Weiden. In der Silikatvegetation hat es wenigstens einige gute Futterpflanzen, wie *Trifolium alpinum* und *Plantago alpina*, weswegen dieser Typ intensiver beweidet wird als der andere.

2. Vegetationstabelle sowie Substrattreue der Arten

Die Vegetationstabelle (Tab. 6 und 6a) dient in der vorliegenden Arbeit dazu, die Pflanzenbestände floristisch zu charakterisieren und sie in schon beschriebene pflanzensoziologische Einheiten einzuordnen sowie als Grundlage für die ökologischen Untersuchungen. Eine eingehende pflanzensoziologische Analyse ist mit so wenigen Aufnahmen nicht möglich. Die Moosschicht, die nie einen Deckungsgrad von mehr als 5% erreicht, wurde nicht genau untersucht. Auch war es nicht möglich, einige der Flächen mehr als einmal zu untersuchen, weswegen sich bei einer erneuten Bearbeitung einige geringfügige Ergänzungen ergeben dürften.

Die Vegetationstabelle enthält nur diejenigen Arten, die in mindestens drei Aufnahmen auftraten, also eine Stetigkeit von mehr als 11% haben. Die Aufnahmen sind im wesentlichen so angeordnet, daß bei der Silikatvegetation die Anzahl *Nardetum*-treuer Arten pro Aufnahme in der Tabelle von links nach rechts abnimmt, während die Anzahl *Seslerietum*-treuer Arten von links nach rechts zunimmt. Als treu werden jene Arten bezeichnet, die nur in einer der Pflanzengesellschaften vorkommen oder deren Stetigkeit in einer der Gesellschaften mehr als 3mal so groß ist wie in der anderen.

Die Tabelle zeigt, daß zwischen den alpinen Rasen auf Silikat- und denen auf Karbonatboden ein ausgeprägter floristischer Unterschied besteht. Hochstete, für das Silikat charakteristische Arten sind z.B. *Nardus stricta*, *Leontodon helveticus*, *Sieversia montana*, *Potentilla aurea* und *Gentiana kochiana*, solche des Karbonats sind *Sesleria coerulea*, *Festuca pumila*, *Helianthemum alpestre* und *Gentiana clusii*. Es gibt aber auch eine bemerkenswert große Anzahl Arten, die in beiden Pflanzengesellschaften häufig vorkommen. Dazu gehören *Carex sempervirens*, *Ranunculus montanus* s.l., *Homogyne alpina*, *Poa alpina*, *Ligusticum mutellina* und *Galium anisophyllum*. Bei einigen dieser Arten gibt es morphologisch unterscheidbare edaphische Ökotypen, so z.B. bei *Ranunculus montanus* s.l., dessen Silikatsippe *R. grenierianus* und dessen Karbonatsippe *R. montanus* s.str. ist. Auch bei vielen anderen, vor allem den hochsteten substratindifferenten Arten, wie *Carex sempervirens*, *Poa alpina*, *Galium anisophyllum*, *Polygala alpestris*, *Campanula scheuchzeri*, *Lotus alpinus* und *Myosotis alpestris*, dürften edaphische Ökotypen vorliegen. Ihre Bearbeitung kann interessante Aufschlüsse über Artbildungsprobleme liefern. Untersuchungen über *Carex*

Tabelle 6a Koordinaten der untersuchten Flächen

SILIKAT				KARBONAT			
Nr. der Probefläche	Nr. in Tabelle	Flurname	Koordinaten	Nr. der Probefläche	Nr. in Tabelle	Flurname	Koordinaten
Str. S0	4	Steintälli	779,540/186,890	Str. K0	23	Strelaberg	780,080/186,900
S1	1	Guggertälli	779,750/186,730	K1	25	Strelaberg	779,880/186,900
S3	11	am Strela	779,175/186,890	K3	16	am Strela	779,285/186,990
S4	13	Vorder-Letschüel	778,810/186,730	K4	26	Vorder-Letschüel	778,760/186,710
S5	7	Strelaberg	779,750/186,800	K5	24	Strelaberg	779,780/186,820
S6	6	oberhalb Schönboden	779,710/186,370	K6	22	Strelaberg	779,820/186,990
S7	3	Guggertälli	779,950/186,730	K7	21	Guggertälli	779,960/186,760
S8	9	Vorder-Letschüel	778,780/186,760	K8	19	Vorder-Letschüel	778,780/186,750
S9	10	Strelagrat	779,200/187,050	K9	20	Strelagrat	779,270/187,100
S10	12	Strelagrat	779,080/186,960	K10	14	Strelagrat	779,160/186,970
Got. S1	2	oberhalb Schwarzseealp	784,370/192,110	Got. K1	18	oberhalb Schwarzseealp	784,510/192,080
S2	5	Gotschnagrat	783,190/192,300	K2	17	Abhang des Grüenhorns	782,725/192,240
S3	8	Parsenn	783,220/192,040	K3	15	Parsenn	783,100/191,980

Alle Flächen liegen auf dem Gebiet der Gemeinde Davos.

sempervirens und *Lotus alpinus* sind am Geobotanischen Institut ETH im Gange. Von den 69 häufigen Arten höherer Pflanzen der untersuchten Silikatvegetation kommen 30, also 43%, auch in der Karbonatvegetation vor. Diese enthält insgesamt 66 Arten; der Anteil gesellschaftsvager Arten beträgt hier also 45%. Berücksichtigt man die Differenzierung einiger Arten in edaphische Ökotypen und die wenig steten Arten am Tabellenfuß, so wird der Anteil gesellschaftsvager Arten wesentlich kleiner. Ihre Bedeutung am Aufbau der Vegetation ist im übrigen relativ gering, mit Ausnahme von *Carex sempervirens* und *Poa alpina*.

Um den Überblick, den die Vegetationstabelle über das ökologische Verhalten der Arten vermittelt, zu vervollständigen, sind am linken Rand der Tabelle Angaben über die Substrattreue der Arten außerhalb der untersuchten Pflanzenbestände zusammengestellt. Von den Angaben aus der Flora von Graubünden (BRAUN-BLANQUET und RÜBEL 1932–1936) und aus der Flora des Schweizerischen Nationalparks (ZOLLER et al. 1964) sind dabei nur diejenigen berücksichtigt worden, die ausdrücklich besagen, daß die betreffende Art nur auf einem der Substrate vorkommt bzw., daß eine als substrattreu angesehene Art außerhalb unseres Untersuchungsgebietes auch auf dem anderen Substrat gedeiht. Die eigenen Untersuchungen zu diesem Thema sind in den Kapiteln F.I–III beschrieben. Die Zusammenstellung am linken Rand der Vegetationstabelle zeigt nun folgendes: Von den 39 als *Nardetum*-treu bezeichneten Arten höherer Pflanzen sind 23 nie auf Karbonatboden gefunden worden; nur drei monotypische Arten, *Vaccinium vitis-idaea*, *Primula integrifolia* und *Selaginella selaginoides*, gedeihen auch auf Karbonatboden. *Hieracium pilosella*, *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Trifolium nivale* sind polymorph; bei ihnen kommen auf den beiden Substraten wohl verschiedene edaphische Ökotypen vor. Wie anders ist das Ergebnis bei den 36 als *Seslerietum*-treu bezeichneten Arten! Von ihnen wurden 22 auch auf karbonatfreiem, saurem Boden gefunden. Nur 7 Arten können als wirklich karbonattreu gelten: *Gentiana clusii*, *Helianthemum alpestre*, *Leontodon incanus*, *Primula auricula*, *Saxifraga caesia*, *Sedum atratum* und *Kernera saxatilis*.

Die Mehrzahl der *Seslerietum*-treuen Arten kann also auch auf karbonatfreiem Substrat wachsen, während die meisten *Nardetum*-treuen Arten offenbar nicht auf Karbonatboden gedeihen können. Die ökologische Interpretation dieses bemerkenswerten Ergebnisses soll nicht hier, sondern erst im ökologischen Gesamtüberblick am Ende der vorliegenden Arbeit geschehen.

Die Gesamtartenzahlen zeigen, daß die untersuchte Silikatvegetation etwa 5% mehr Arten enthält als die Karbonatvegetation, was mit den Angaben von BRAUN-BLANQUET (1969) über ähnliche Vegetationen Graubündens übereinstimmt. Dieser Autor hat ein viel größeres Gebiet untersucht, weswegen seine Vegetationseinheiten allgemein artenreicher sind. Gemäß der Vegetationstabelle beträgt die durchschnittliche Artenzahl pro Aufnahme bei der Silikatvegetation 41 (30–50), bei der Karbonatvegetation 33 (23–46). Auch dies stimmt mit den Ergebnissen von BRAUN-BLANQUET überein.

3. Synsystematik des *Nardetum* und des *Seslerietum*

In der vorliegenden Arbeit wurde die untersuchte Silikatvegetation der Einfachheit halber und weil in ihr *Nardus stricta* fast immer dominiert, als *Nardetum* bezeichnet, die Karbonatvegetation, weil in ihr fast immer *Sesleria coerulea* dominiert, als *Seslerietum*. Im folgenden soll abgeklärt werden, zu welchen pflanzensoziologischen Einheiten die untersuchten Bestände gehören.

Die Gliederung der Vegetationstabelle und ökologische Untersuchungen ergaben, daß bei der Silikatvegetation zwei Typen unterschieden werden können, zwischen denen aber viele Übergänge vorhanden sind. Der eine steht dem *Nardetum alpigenum* BR.-BL. 1949, Subass. *caricetosum sempervirentis* (horstseggenreiche Borstgrasweide), wie es in BRAUN-BLANQUET (1969) beschrieben ist, nahe. Diese Pflanzengesellschaft kommt, nach BRAUN-BLANQUET, von Natur aus wohl nur an stark vom Wild beweideten Stellen im unteren Abschnitt der alpinen Stufe vor. Sie hat aber, infolge Überbeweidung mit Vieh, auf Kosten von üppigeren, weniger *Nardus*-reichen Beständen als Dauergesellschaft eine starke Ausweitung ihres Areals erfahren. Der zweite Typ kann als *Festucetum halleri* BR.-BL. 1926 (HALLERS Schwingelrasen) bezeichnet werden. Er unterscheidet sich vom ersten Typ floristisch durch die Dominanz von *Festuca halleri*, die größere Stetigkeit von *Sedum alpestre* und einiger weiterer Arten und die viel geringere Stetigkeit von *Plantago alpina*, *Vaccinium uliginosum* und *Trifolium alpinum*, ökologisch dadurch, daß er höher oben und an steileren Hängen vorkommt. Diese Pflanzengesellschaft ist als natürlich zu betrachten.

Beide Pflanzengesellschaften des Silikatbodens gehören im System von BRAUN-BLANQUET in die Klasse der *Caricetea curvulae*, also zu den arktisch-alpinen Urwiesen saurer Böden, das *Nardetum* in den Verband des *Eu-Nardion*, das *Festucetum halleri* in den des *Caricion curvulae*.

Auch die untersuchte Karbonatvegetation kann in zwei Typen gegliedert werden. Der erste ist ein *Seslerio-Caricetum sempervirentis* (*Seslerio-Semperviretum* BR.-BL. 1926, Blaugras-Horstseggenhalde), das mehrere Arten, die im *Caricetum firmae* (KERNER) BR.-BL. 1926 (Polsterseggen-Pionierrasen) ihren Verbreitungsschwerpunkt haben, enthält. Dies ist leicht zu verstehen, denn in den steilen Hängen des *Seslerio-Caricetum sempervirentis* gibt es viele Stellen mit Rohboden, auf denen dann ein fragmentarisches *Caricetum firmae* wächst. Arten dieser Assoziation sind: *Carex firma*, *Saxifraga caesia* und *Primula auricula*. Der zweite Typ von Karbonatvegetation unterscheidet sich gerade durch das Fehlen dieser Arten vom ersten. Er ist ein *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, das deutliche Übergänge zum *Caricetum ferrugineae* (STEBLER und SCHRÖTER) LÜDI 1921 (Rostseggenrasen) aufweist. Vom ersten Typ unterscheidet sich diese Pflanzengesellschaft floristisch auch noch durch das Vorkommen von *Carex ferruginea*, *Chrysanthemum montanum* und *Helianthemum grandiflorum*, ökologisch durch die längere Schneebedeckung, den feinerdereicheren Boden und den daraus resultierenden üppigeren Graswuchs. Beide Typen sind als natürlich zu betrachten.

Das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* gehört im System von BRAUN-BLANQUET in die Klasse der *Elyno-Seslerietea*, also zu den arktisch alpinen Kalksteinrasen (Urwiesen), und in den Verband des *Seslerion*.

Für weitere Einzelheiten über die untersuchten Pflanzengesellschaften sei zum Beispiel auf BRAUN-BLANQUET 1948/1950 und 1969, ELLENBERG 1963, OBERDORFER 1957 und OBERDORFER et al. 1967 verwiesen.

III. Bodenprofile und Bodenbildung

1. Boden unter dem *Nardetum*

Die Bestände der als *Nardetum* bezeichneten Pflanzengesellschaft stocken auf einer alpinen Rasenbraunerde oder ähnlichen Böden (siehe Abb. 4). Der A_1-Horizont ist meist feinerdereich, locker, normal durchlässig, intensiv durchwurzelt und recht humos (vgl. E. IV. 9). Die Farbe (MUNSELL) der bodenfeuchten Feinerde ist 7,5 YR-3/2 oder 10 YR-3/2. Darunter hat es meist einen wenig ausgeprägten A_2- und einen Bsesq-Horizont, die 20–40 Vol.-% zum Teil stark verwittertes Skelett enthalten. Oft sind diese beiden Horizonte nicht vom A_1 zu unterscheiden. Schon in 30–50 cm folgen dann sehr skelettreiche, übermäßig durchlässige Schichten, die zum Muttergestein, verschiedene Paragneise und Schiefer (bei Got. S 2 Radiolarit), überleiten.

Im Gegensatz zum *Seslerietum* ist die Bodenoberfläche des *Nardetum* nur selten und dann nur schwach treppig, und es hat kaum vegetationsfreie Stellen. Nur bei Überweidung entstehen sogenannte Weidetreppen.

In der relativ starken Beweidung liegt auch die Ursache dafür, daß keine Podsolierung eintritt, die Beweidung verhindert einerseits die Ansammlung großer Mengen organischen Materials, anderseits wird durch die größere Licht- und Wärmewirkung auch der Abbau der Humusbildner beschleunigt. Außerdem werden durch die erhöhte biologische Aktivität die Horizonte miteinander vermischt (BACH in «Durch den Schweizerischen Nationalpark», 1966, S. 48 und 51).

2. Boden unter dem *Seslerietum*

Der Boden unter den treppigen Beständen der als *Seslerietum* bezeichneten Pflanzengesellschaft ist Kalkstein- oder Dolomit-Rohboden bis -Rendzina (siehe Abb. 4). In allen untersuchten Flächen steht das Muttergestein an, oder große Blöcke sind an der Oberfläche. Dieser Boden kann gegliedert werden in den Boden unter den ± vegetationsfreien Trittflächen und in den Boden unter den Stirnflächen und «Kanten» der Stufen. Zwischen diesen Typen bestehen natürlich alle Übergänge. Die oberste Bodenschicht der Trittflächen besteht aus kiesigsandigem, stellenweise auch aus angeschwemmtem, dichtem, sandigtonigem, humusfreiem Material. Darunter folgt ein skelettreicher, übermäßig durchlässiger A/C-Horizont, der von der Vegetation der Stirnflächen durchwurzelt

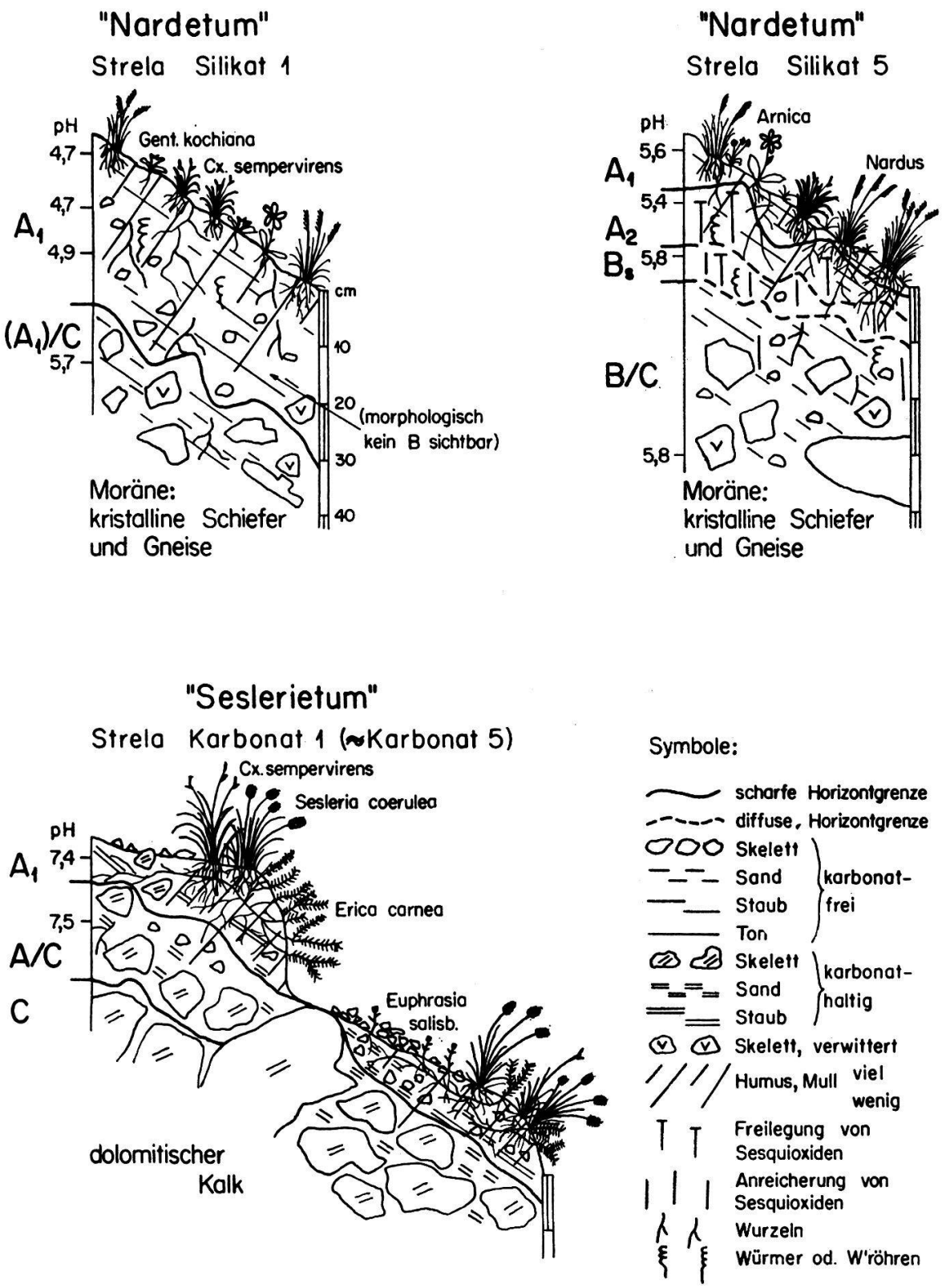

Abb. 4 Typische Bodenprofile von einander standörtlich entsprechenden Flächen auf Silikat und auf Karbonat an Südhängen in der alpinen Stufe bei Davos

wird und wenig Humus enthält. Die oberste Bodenschicht unter den Stirnflächen und «Kanten» der Stufen ist ein humoser, zum Teil sogar sehr humoser, sandig-staubiger A_1-Horizont. Es sammelt sich viel Humus an, weil die Vegetation recht üppig ist und der Abbau vor allem der harten *Erica*-Nadeln gehemmt ist. Die Farbe (MUNSELL) bodenfeuchter Mischproben ist 5 YR-2–3/2; 10 YR-2/2 oder 10 YR-3/1–3. Unter dem bis 30 cm mächtigen A_1-Horizont kommt auch hier ein skelettreicher, übermäßig durchlässiger A/C-Horizont, in dem zum Teil die Ausscheidung von Kalkflaum festgestellt wurde. Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Boden unter dem *Seslerietum* sehr inhomogen und anisotrop ist.

Es muß betont werden, daß die Böden des *Nardetum* und des *Seslerietum* einander bodenkundlich nicht entsprechen: der eine ist mehr oder weniger «reif», während der andere dauernd ein Rohboden bleibt. Dieser Unterschied hängt natürlich vom Unterschied im Muttergestein ab (Lithosequenz), und wie es zu ihm kommt, wird im folgenden Kapitel besprochen.

3. Zur Bodenbildung auf Silikat und auf Karbonat

In der Verwitterung und Bodenbildung unterscheiden sich das untersuchte Silikat und das Karbonat grundlegend. Wegen seines Aufbaus aus vielen ± gleich großen Körnern verschiedener Minerale, von denen einzelne, wie der Biotit, relativ leicht verwittern, wobei dann der Zusammenhalt des Gesteins zerfällt, entsteht aus Gneis und Schiefer bei der Verwitterung Grus bzw. Schluff. Und daraus wird relativ rasch ein homogener, skelettarmer Boden. Anders beim Karbonat; die massigen Dolomite und Kalke sind chemisch einheitlich. Bei ihrer Verwitterung, bei der auch Spaltenfrost eine bedeutende Rolle spielt, entstehen relativ viel Skelett und wenig Feinerde. Der Spaltenfrost wirkt sich beim Karbonat, vor allem beim Dolomit, deshalb stark aus, weil dieses Gestein von vielen groben und feinen Klüften durchsetzt ist.

Auch die weiteren Phasen der Bodenbildung und die Vegetationsentwicklung verlaufen an den untersuchten steilen Südhängen bei Silikat und Karbonat ganz verschieden. Das kiesigschluffige Silikatmaterial bietet für die Besiedlung durch die Pflanzen keine besonderen Schwierigkeiten und, mit der Zeit entsteht ein geschlossener Rasen auf Feinerdeboden. Der skelettreiche, sehr uneinheitliche Karbonatschutt wird durch Solifluktion im weitesten Sinne (FURRER 1964) entmischt. Nur die feinerdereicheren Stellen können von Pflanzen besiedelt werden. Durch den Stau herabgeschwemmter Feinerde durch die aufwachsenden Pflanzen und die immer noch wirksame Solifluktion wird der Schutt immer mehr aufgetrennt in Feinerde unmittelbar oberhalb der Pflanzen und zwischen den Pflanzen und Kies und Sand unterhalb. Gleichzeitig wird die Vegetation zu girlandenförmigen Wülsten zusammengepreßt. Mit der Zeit bilden sich durch dieses Zusammenwirken von abiotischen Faktoren mit solchen, die von Vegetation selbst abhängen, die bekannten Treppenrasen (FURRER 1964, ZUBER 1968). Die skelettreichen Trittflächen dieser Treppen bleiben für die Besiedlung so ungünstig, daß dort nur eine sehr lückige Vegetation von Spezialisten aufkommt. Ungünstig wirken sich vor allem auch die Wurzelkonkurrenz der

Pflanzen der Stirnflächen und die Bodenbewegungen aus. Die Frosthebung kann an Kammeistagen, also an Tagen, an denen Kammeis gebildet wird und wieder schmilzt, in Dolomitböden bis 11 mm betragen. Das Aufkommen von Jungpflanzen wird durch Bodenbewegungen erschwert oder meistens verunmöglicht: infolge Abschälung der Rinde, Zusammenquetschen der Wurzeln oder Überschüttung (vgl. ZUBER 1968). Die Überschüttungen können, wie Beobachtungen im Frühling 1970 zeigten, viele Zentimeter betragen.

Nur in wenig geneigter Lage entstehen Rendzinen mit ± ebener Oberfläche. Diese Böden können oberflächlich vollständig entkarbonatet werden und dann versauern.

Es mag hier erwähnt werden, daß in Spezialsituationen auch auf Silikatgestein Treppenrasen entstehen können: wenn das Gestein monomineralisch ist (Quarzit, Radiolarit), wenn die Hangneigung sehr groß ist oder wenn harte Gesteinsschichten sehr steil stehen *(Festucetum variae)*.